

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
CAMPUS PROFESSORA CINOBELINA ELVAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM AGRONOMIA - FITOTECNIA

**BIOESTIMULANTE NA FENOLOGIA DO TOMATEIRO ‘SWEET HEAVEN’  
E NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS SOB REFRIGERAÇÃO**

**JOANA D’ARC MENDES VIEIRA**

BOM JESUS - PI  
2016

**BIOESTIMULANTE NA FENOLOGIA DO TOMATEIRO 'SWEET HEAVEN'  
E NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS SOB REFRIGERAÇÃO**

JOANA D'ARC MENDES VIEIRA  
Engenheira Agrônoma

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Daniela Vieira Chaves  
Coorientadora: Dr<sup>ª</sup>. Elaine Heberle  
Coorientador: Prof. Dr. José Hamilton Da Costa Filho  
Coorientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Wiara De Assis Gomes

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Fitotecnia da Universidade Federal do Piauí - UFPI, como parte dos pré-requisitos exigidos para a obtenção do Título de Mestre em Agronomia - Fitotecnia.

BOM JESUS - PI  
2016

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Setorial de Bom Jesus  
Serviço de Processamento Técnico

V658b Vieira, Joana D'arc Mendes.  
Bioestimulante na fenologia do tomateiro 'Sweet Heaven'  
e na qualidade pós-colheita de frutos sob refrigeração. / Joana  
D'arc Mendes Vieira. – 2016.  
65 f.: il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí,  
Campus Professora Cinobelina Elvas, Programa de Pós-  
graduação em Agronomia-Fitotecnia, Bom Jesus-PI, 2016.  
Orientação: "Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Daniela Vieira Chaves".

1. Minitomate. 2 Auxina. 3. Giberelina. 4. Citocinina.  
5. Crescimento e desenvolvimento. 6. Armazenamento  
refrigerado. I. Título.

CDD 635.642

**BIOESTIMULANTE NA FENOLOGIA DO TOMATEIRO 'SWEET HEAVEN'  
E NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS SOB REFRIGERAÇÃO**

por

JOANA D'ARC MENDES VIEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Fitotecnia da Universidade Federal do Piauí - UFPI, como parte dos pré-requisitos exigidos para a obtenção do Título de Mestre em Agronomia - Fitotecnia.

Aprovada em: 16/ 09/ 2016

*Daniela Vieira Chaves*

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Daniela Vieira Chaves (Orientadora)  
UFPI - CPCE

*Elaine Heberle*

---

Dr<sup>ª</sup> Elaine Heberle (Examinadora)  
UFPI - CPCE

*José Hamilton da Costa Filho*

---

Prof. Dr. José Hamilton da Costa Filho (Examinador)  
UFRN

*Wiara de Assis Gomes*

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Wiara de Assis Gomes (Examinadora)  
UFRN

*Edivania de Araujo Lima*

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Edivania de Araujo Lima (Examinadora)  
UFPI - CPCE

Confia no Senhor de todo o teu coração e não te estribes no teu próprio entendimento. Reconhece-O em todos os teus caminhos, e Ele endireitará as tuas veredas. Feliz é o homem que acha sabedoria, e o homem que adquire conhecimento; porque melhor é o lucro que ela dá do que o lucro da prata, e melhor a sua renda do que o ouro mais fino. Mais preciosa é do que as pérolas, e tudo o que podes desejar não é comparável a ela.

Provérbios 3:5-6 e 13-15  
Bíblia Sagrada

## **DEDICO**

Dedico este trabalho primeiramente a Deus pelo Seu infinito amor e por ser presença constante em minha vida. À minha mãe Maria, meu amor, exemplo na escola da vida, pelo seu grande amor, carinho, luta e dedicação e pelos seus esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida. Ao meu pai Assunção pelo amor, carinho e incentivo a mim dedicados. Aos meus irmãos Antônio de Assunção e Francisca pelo amor, amizade e apoio. Às minhas sobrinhas Mariana, Maria Luiza e Monalisa pela amizade e amor. Ao Marcio Rogério por seu amor e apoio constante. Aos demais familiares e amigos pelo carinho e contribuição para realização dessa conquista.

## AGRADECIMENTOS

À Deus por me orientar pelo caminho da vida e pelo Seu amor incondicional.

Aos meus pais (Maria e Assunção), irmãos (Antônio de Assunção e Francisca) e sobrinhas (Mariana, Maria Luiza e Monalisa) pelo amor, apoio e incentivo durante todos esses anos. E à todos os familiares e amigos pelo carinho e apoio.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Daniela Vieira Chaves pela orientação, pelos conhecimentos repassados e conselhos durante realização da dissertação.

Aos coorientadores Dr<sup>a</sup>. Elaine Heberle, Prof. Dr. José Hamilton da Costa Filho e Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Wiara de Assis Gomes, pela disponibilidade em ajudar e pelos conhecimentos repassados durante a realização da dissertação.

À todos os colegas do Grupo de Pesquisa em Fisiologia Vegetal e Tecnologia Pós-colheita, em especial à Gabriel, Ronaldo, Thaís, Robson, Adalberto, Rodrigo, Fernanda, Deyse, Adenilson, Damaris, Reijane, Tiago Oliveira, Carlos, Fábio, Maria Eugênia, Jussara, Daniel, Joaquim, Jonas, Almir, Carol, Mariana, Fabiano, Ester, Elvis, Zoel, Diego, Thales, Ronilson e Thamyres pela ajuda para o desenvolvimento do trabalho.

À Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, pela oportunidade de cursar o Mestrado em Agronomia - Fitotecnia.

A todos os professores da Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, que contribuíram diretamente para minha qualificação profissional, em especial aos Professores doutores Julian, Fernandes, Everaldo, Edivania e Adriana pela constante disponibilidade em ajudar, cedendo algum material, tirando dúvidas ou dando conselhos.

Aos meus amigos do mestrado Carla, Erivan, Francisco, Tiago Drews e Alexandre, muito obrigada pela amizade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro.

À todos, muito obrigada!

## **BIOGRAFIA DA AUTORA**

**Joana D'arc Mendes Vieira** – Nascida em 10 de março de 1989, em Oeiras - PI, filha de Maria de Sousa Mendes Vieira e Antônio da Assunção Vieira, cursou o ensino fundamental na Escola Municipal Visconde da Parnaíba (1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup> série) e Escola Municipal Rocha Neto (5<sup>a</sup> a 8<sup>a</sup> série), localizado no mesmo município. O Ensino médio foi realizado na Escola Estadual Rocha Neto, também na cidade de Oeiras - PI. Em agosto de 2009 ingressou no curso de graduação em Engenharia Agrônômica da Universidade Estadual do Piauí - Campus Professor Barros Araújo, na cidade de Picos - PI, concluindo-o em julho de 2014. Ingressou em 2012 no Curso Técnico em Meio Ambiente do Instituto Federal do Piauí, da mesma cidade, o qual foi concluído em 2014. Em agosto do mesmo ano ingressou no Programa de Pós-graduação em Agronomia - Fitotecnia da Universidade Federal do Piauí – Campus Professora Cinobelina Elvas, obtendo o título de Mestre em Agronomia - Fitotecnia em setembro do ano de 2016.



## SUMÁRIO

Resumo.....	viii
Abstract.....	ix
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>2. CAPÍTULO I - Referencial teórico .....</b>	<b>4</b>
2.1 A cultura do tomate .....	4
2.2 Importância econômica da cultura do tomate .....	5
2.3 Minitomates .....	6
2.4 Influência dos reguladores vegetais sob a produção e crescimento das plantas .....	7
2.5 Fatores pós-colheita que afetam a qualidade de frutos de tomates.....	9
2.6 Referências bibliográficas .....	11
<b>3. CAPÍTULO II - Fenologia de tomateiro ‘Sweet Heaven’ sob ação de bioestimulante vegetal .....</b>	<b>15</b>
3.1 Introdução .....	16
3.2 Material e Métodos .....	17
3.3 Resultados e Discussão.....	22
3.3.1 Análise de variância.....	22
3.3.2 Influência da interação doses de bioestimulante e dias na fenologia do tomateiro .....	24
3.3.3 Influência de DAS na fenologia do tomateiro .....	28
3.3.4 Produtividade de plantas do tomateiro .....	30
3.4 Conclusões.....	31
3.5 Referências Bibliográficas.....	32
<b>4. CAPÍTULO III - Qualidade pós-colheita de minitomates ‘Sweet Heaven’ sob doses de bioestimulante vegetal .....</b>	<b>36</b>
4.1 Introdução .....	37
4.2 Material e Métodos .....	38
4.3 Resultados e Discussão.....	41
4.3.1 Análise de Variância.....	41
4.3.2 Influência do tempo de armazenamento na qualidade pós-colheita de frutos de tomate sob-refrigeração .....	42
4.3.3 Influência de doses de bioestimulante na qualidade pós-colheita de tomate.....	48
4.4 Conclusões.....	50
4.5 Referências Bibliográficas.....	50
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>54</b>

## **BIOESTIMULANTE NA FENOLOGIA DO TOMATEIRO ‘SWEET HEAVEN’ E NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS SOB REFRIGERAÇÃO**

**RESUMO-** Os reguladores vegetais tem sido estudados, pois podem influenciar o crescimento e desenvolvimento de plantas, além da frutificação e qualidade de frutos. Objetivou-se neste trabalho avaliar o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, a produtividade e a qualidade pós-colheita dos frutos na cultura do tomateiro ‘Sweet Heaven’ sob aplicação de bioestimulante vegetal a base de três reguladores vegetais. Conduziu-se o experimento de setembro de 2015 a janeiro de 2016, em ambiente protegido, sombrite com 50% de sombreamento, localizado na Universidade Federal do Piauí (UFPI), Bom Jesus - PI, Brasil. Os tratamentos utilizados foram as doses do bioestimulante (0,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 e 12,5 mL de bioestimulante por litro de água) as quais foram aplicadas quinzenalmente nas plantas por pulverização foliar a partir dos 52 dias após a semeadura (DAS). Para os caracteres altura de plantas; diâmetro do caule; número de entrenós, folhas, inflorescências, flores e frutos; índices dos conteúdos de clorofila a, b, e total adotou-se o delineamento em blocos completos casualizados com parcelas subdivididas no tempo. Nas parcelas foram alocadas as doses do bioestimulante e nas subparcelas foram alocados os períodos de avaliação, com 6 repetições. Para o caractere produtividade foi adotado delineamento em blocos completos casualizados, sendo constituído por 16 colheitas e a unidade experimental composta por 6 plantas. Na pós-colheita adotou-se o delineamento em blocos completos casualizados e esquema em parcelas subdivididas, com as parcelas sendo as doses de bioestimulante e nas subparcelas os dias de armazenamento dos frutos, com 3 repetições. A cada período, os frutos foram avaliados quanto a perda de massa da matéria fresca, sólidos solúveis, potencial hidrogeniônico, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável e coloração da casca por meio dos caracteres luminosidade ( $L^*$ ), CROMA e  $^{\circ}$ HUE. Houve incremento da produtividade e, efeito positivo da interação entre doses e DAS, tendo influenciado na altura de plantas; número de entrenós, folhas, flores e frutos. Na pós-colheita houve influência de dias de armazenamento e também de doses do bioestimulante para o caractere  $^{\circ}$ HUE, ajustando-se ao modelo linear crescente. Porém a perda de massa da matéria fresca,  $L^*$ , CROMA, sólidos solúveis, potencial hidrogeniônico, acidez titulável e relação sólidos solúveis/acidez titulável foram influenciadas apenas por dias de armazenamento. Portanto, concluiu-se que a dose de 10,0 mL de bioestimulante por litro de água promoveu maior produtividade; e o DAS influenciou todos os caracteres de crescimento e desenvolvimento das plantas. Para o desdobramento doses de bioestimulante e DAS, as doses estimadas entre 2,96 e 3,08 mL de bioestimulante por litro de água aos 108 e 115 DAS promovem incrementos na altura de plantas, bem como a dose estimada de 3,83 mL de bioestimulante por litro de água no número de flores. Além disso, doses crescentes do bioestimulante elevam os valores de  $^{\circ}$ HUE e retardam o aparecimento da coloração vermelho intenso nos frutos.

**Palavras-chave:** minitomate, auxina, giberelina, citocinina, crescimento e desenvolvimento, armazenamento refrigerado

## **BIOSTIMULANT IN 'SWEET HEAVEN' TOMATO PHENOLOGY AND POST-HARVEST QUALITY OF FRUITS UNDER REFRIGERATION**

**ABSTRACT-** Plant regulators have been studied, they can influence the plant growth and development, besides fruiting and quality of fruits. The goal of this work is to evaluate the vegetative and reproductive development, productivity and post-harvest quality of the fruits in the 'Sweet Heaven' tomato crop under the application of vegetable biostimulator based on three plant regulators. The experiment was conducted from September 2015 to January 2016, in a shaded environment with 50% shading, located at the Federal University of Piauí (UFPI), Bom Jesus - PI, Brazil. The used treatments are the doses of biostimulant (0.0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0 and 12.5 mL of biostimulant per liter of water) which are applied biweekly in the plants by leaf spraying from 52 days after sowing (DAS). For the characters plants heights; stem diameter; internodes number, leaves, inflorescences, flowers and fruits; content indices of chlorophyll a, b, and total are taken in the Randomized Complete Block (RCB) design with plots subdivided in time. In the plots are allocated the doses of biostimulant and in the subplots are allocated the periods of evaluation, with 6 replicates. Post-harvest, the Randomized Complete Block design and scheme are used in subdivided plots, with the plots being the biostimulant doses and the subplots the days of fruits storage, with 3 replicates. At each period, the fruits are evaluated for the loss of fresh matter, soluble solids, hydrogenation potential, titratable acidity, soluble solids/titratable acidity ratio and shell color using the characters luminosity ( $L^*$ ), CHROMA and  $^{\circ}$ HUE. There is an increase in productivity and a positive effect of the interaction between doses and DAS, influencing plant height; internodes number, leaves, flowers and fruits. In the post-harvest period, there is influence of storage days and also of doses of the biostimulant for the  $^{\circ}$ HUE character, fitting to the increasing linear model. However, the loss of fresh matter mass,  $L^*$ , CHROMA, soluble solids, hydrogenation potential, titratable acidity and soluble solids/titratable acidity ratio are influenced only by storage days. Therefore, it is concluded that 10.0 mL of biostimulant dose per liter of water promoted higher productivity; and DAS influence all plant growth and development traits. For the biostimulant and DAS unfolding doses, the estimated doses of biostimulant between 2.96 and 3.08 mL per liter of water at 108 and 115 DAS promote increases in plant height as well as the estimated biostimulant dose of 3.83 mL per liter of water in number of flowers. In addition, increasing doses of the biostimulant raise the values of  $^{\circ}$ HUE and delay the appearance of intense red coloration in the fruits.

**Keywords:** mini tomato, auxin, gibberellin, cytokinin, growth and development, refrigerated storage.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é uma das olerícolas de maior importância econômica e também uma das mais difundidas no mundo. Tendo o Brasil produzido 3.494.952 toneladas de acordo com a sexta estimativa (do mês de junho) para a safra nacional de tomate (IBGE, 2016). Dentre os grupos de tomate, os minitomates (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*), vêm atraindo a atenção de produtores, pois seu valor médio de mercado é duas vezes superior ao de outras variedades (ARAÚJO et al., 2013). Além disso, destaca-se para consumo *in natura*, sendo também considerado produto *gourmet*. Os minitomates são frutos biloculares de tamanho reduzido, sendo os principais o tomate cereja ou “cherry”, e o tomate-uva ou “grape (ALVARENGA, 2013). Dentre os últimos, destacam-se o ‘Sweet Grape’, principal do mercado, e o ‘Sweet Heaven’, ambos desenvolvidos pela Sakata Seed Corporation.

O desenvolvimento e produtividade das plantas e a qualidade dos frutos são influenciados por fatores endógenos e exógenos. Dentre os endógenos, a atuação dos hormônios vegetais pode ser alterada por temperaturas extremas, que são fatores externos que por consequência podem influenciar na formação da flor e do pólen; germinação do pólen; crescimento do tubo polínico; fixação, coloração e amadurecimento de frutos, pois, nas diferentes fases existem ótimas temperaturas que permitem que os hormônios atuem (GOTO, 1998). Desta forma, a temperatura ótima da maioria das variedades de tomate situa-se entre 21 a 24°C, mas as plantas podem sobreviver a certa amplitude térmica, porém abaixo de 10°C e acima de 38°C ocorre danos nos tecidos das mesmas (NAIKA et al., 2006).

Para minimizar esse problema de temperatura, o cultivo em ambiente protegido é apreciado, por servir como atenuante da radiação solar, influenciando todo o microclima interno. Além disso, a aplicação de reguladores vegetais, que são substâncias similares aos grupos de hormônios vegetais, pode ser utilizada como técnica de manejo, visando melhorar qualidade e quantidade da produção. Entretanto a aplicação de reguladores em olerícolas ainda é uma técnica relativamente recente.

Outro problema na cadeia produtiva de hortaliças é o elevado índice de perdas pós-colheita, diminuindo a disponibilidade desses produtos no mercado. A maioria dos cultivares de tomates tem baixa capacidade de armazenamento, devido às perdas de peso e amolecimento excessivo (LUIZ, 2005). Desta forma, torna-se indispensável o retardamento dos eventos fisiológicos e bioquímicos que levam à senescência dos frutos na pós-colheita. No entanto, as auxinas, citocininas e giberelinas podem funcionar como retardadores de senescência de frutos e por isso foram estudadas neste trabalho.

Quando reguladores vegetais são aplicados nas plantas, podem alterar processos fisiológicos, favorecer a absorção e utilização de nutrientes, aumentar a eficiência do uso da água e a tolerância a estresses abióticos (CALVO et al., 2014). E mesmo que a resposta no vegetal seja atribuída à aplicação de um único regulador, o tecido que recebeu a aplicação contém hormônios endógenos que contribuem para os níveis de respostas (CATO et al., 2013). Desta forma, torna-se importante estudar a eficácia de um estimulante vegetal, para determinar a dose adequada, a fim de incrementar a produtividade e melhorar as características fisiológicas da cultura de interesse econômico.

A mistura de diferentes reguladores vegetais ou destes com outros compostos (micronutrientes, vitaminas, aminoácidos) é denominada de bioestimulante. Entre os bioestimulantes tem-se o composto por três reguladores vegetais: 0,009% de cinetina (citocinina); 0,005% de ácido giberélico (giberelina); e 0,005% de ácido indolbutírico (auxina). A eficiência de sua aplicação já foi comprovada na literatura para diversas espécies, inclusive para tomate, em que foi observado aumento da matéria seca de raízes e matéria fresca e seca de frutos na cv. Micro-Tom (CATO et al., 2013).

No entanto, percebe-se a existência de poucos estudos com reguladores vegetais em tomateiro, especialmente para a variedade Sweet Heaven, e para auxiliar no esclarecimento das informações fisiológicas objetivou-se avaliar o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo e a qualidade pós-colheita dos frutos na cultura do tomateiro 'Sweet Heaven' sob doses de bioestimulante vegetal.

## 1.1 Referências bibliográficas

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia. 2. ed. rev. Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013. 455p.

ARAUJO, L.; SILVA, K. J. P.; LEMOS, L. M. C.; MILAGRES, C. C.; CARDOSO, D. S. C. P.; ALVES, L. C.; PEREIRA, P. R. G. Tomate cereja cultivado em diferentes concentrações de solução nutritiva no sistema hidropônico capilar. **Unimontes Científica**, v. 15, n. 1, p. 18-27, 2013.

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant Soil**, v. 383, n. 1, p. 3–41, 2014.

CATO, S. C.; MACEDO, W. R.; PERES, L. E. P.; CASTRO, P. R. C. Sinergism among auxins, gibberellins and cytokinins in tomato cv. Micro-Tom. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 4, p. 549-553. 2013.

GOTO, R.; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido**: condições subtropicais. São Paulo: UNESP, 1998. 319p.

IBGE, SIDRA. **Dados de produção referentes ao ano safra 2016**. Disponível em: <[www.sidra.ibge.gov.br/bda](http://www.sidra.ibge.gov.br/bda)>. Acesso em 29 julho 2016.

LUIZ, K. M. B. **Avaliação das características físico-químicas e sensoriais de tomates (*Lycopersicum esculentum mill*) armazenados em refrigeradores domésticos**. 2005. 107 f. Tese (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

NAIKA, S.; JEUDE, J. L.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; DAM, B. **Cultura do tomate**: produção, processamento e comercialização. Wageningen: Fundação Agromisa e CTA. 2006. 104p.

## 2. CAPÍTULO I - Referencial teórico

### 2.1 A cultura do tomate

O tomateiro pertence à família Solanaceae, sendo reclassificado e agrupado no gênero *Solanum* e, por conseguinte, na espécie *Solanum lycopersicum* L. (PERALTA et al., 2006). É cultivado comercialmente, é uma planta autógama, com baixa taxa de fecundação cruzada, originário da faixa costeira Andina, a oeste da América do sul, onde hoje estão o Chile, o Peru e o Equador, domesticado no México e introduzido no Brasil pelos imigrantes italianos e japoneses (FONTES; SILVA, 2002).

Seu fruto é uma baga carnosa e succulenta, bi, tri, ou plurilocular. Seu tamanho pode variar de 5 a 500 g e está relacionado com o número de lóculos e de sementes (CHITARRA; CHITARRA, 2006). A floração e a frutificação ocorrem juntamente com o crescimento vegetativo, tendo folhas pecioladas compostas por número ímpar de folíolos. Os frutos são ricos em minerais, vitaminas, aminoácidos essenciais e açúcares (NAIKA et al., 2006). Sua composição varia de acordo com o material genético, nutrição e condições ambientais e de cultivo (ALVARENGA, 2013).

A fenologia é o estudo do ritmo estacional dos eventos dos ciclos de vida das espécies vegetais, eventos regulados por características endógenas associadas às variações climáticas, além de fatores abióticos e bióticos que são fatores de pressão seletiva (ZAMBAN, 2014). O ciclo do tomateiro é dividido em três fases. A primeira fase tem duração aproximada de quatro a cinco semanas e está compreendida do transplante das mudas (entre 25 e 30 dias após a semeadura) até o início do florescimento (entre 60 e 65 dias), a segunda fase tem duração de cinco a seis semanas, iniciando-se por ocasião do florescimento e terminando no início da colheita dos frutos (entre 105 e 115 dias após a semeadura) e a terceira fase é do início ao final da colheita. Esta fase dura de seis a oito semanas nas cultivares de crescimento indeterminado (ALVARENGA, 2013).

A planta pode ser conduzida na forma rasteira, semi-rasteira ou ereta, apresenta dois hábitos de crescimento, sendo limitado nas variedades de crescimento determinado e ilimitado nas variedades de crescimento indeterminado (ALVARENGA, 2013). O tomateiro, apesar de ser uma planta perene, comporta-se como anual, no qual da sementeira até a produção de novas sementes, o ciclo biológico varia de 4 a 7 meses, incluindo-se 1 a 3 meses de colheita, já em casa de vegetação, o ciclo e a colheita podem prolongar-se (FILGUEIRA, 2007).

No estudo da qualidade dos frutos, podem ser adotados vários parâmetros, sejam físicos como peso e cor, ou químicos referentes ao teor de sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), relação SST/AT (VIEIRA et al., 2014). São muito presadas as características qualitativas de sabor, aparência externa e coloração uniforme, além das já conhecidas propriedades nutricionais. Além desses atributos de qualidade, a coloração exerce grande influência na preferência pelo consumidor, com frutos de coloração uniforme e intensa e sem danos físicos (PRECZENHAK et al, 2014).

## **2.2 Importância econômica da cultura do tomate**

A cultura do tomate representa uma atividade importante para o Brasil. Tendo este se destacado na produção mundial de tomate, ocupando a oitava posição em 2013, no qual os três maiores produtores foram China Continental, Índia e Estados Unidos da América (IBGE, 2016). Segundo a mesma fonte, para a sexta estimativa do mês de junho deste ano, a safra em toneladas de tomate na região Sudeste foi a maior produtora do País, com produção de 1.826.269, seguida pelas regiões Centro-Oeste (696.045), Sul (468.369), Nordeste (464.279) e Norte (11.294). Ainda segundo a mesma fonte, dentre os Estados da região Nordeste, a Bahia, Ceará e Pernambuco produziram juntos mais da metade do total da produção desta região, enquanto que o Piauí teve menor a produção (2.079).

Para Carvalho e Pagliuca (2007) o uso intensivo de insumos e a introdução de híbridos com elevada produtividade e com reduzidas perdas pós-colheita contribuem para a elevação da produtividade do tomate nacional. Este aumento envolve maior



demanda por mão-de-obra, gerando novos empregos, trazendo o sustento para muitas famílias que dependem dessa renda. Portanto, é uma cultura com elevada importância socioeconômica para o país.

Um dos principais fatores para a expansão da cultura é o crescimento do consumo. Este está relacionado à consolidação de redes de *fast food* que utilizam essa hortaliça nas formas processada e fresca, além da elevada demanda por alimentos industrializados ou semiprontos e a recente preocupação do consumidor por ter uma alimentação mais saudável (CARVALHO; PAGLIUCA, 2007).

O consumo de frutos do tomateiro contribui para uma dieta saudável e bem equilibrada, pois estes são ricos em minerais, vitaminas, aminoácidos essenciais, açúcares e fibras dietéticas, possuindo grandes quantidades de vitaminas B e C, ferro e fósforo (NAIKA et al., 2006), fazendo parte da dieta básica de grande parte das populações (FERRARI et al., 2008).

### **2.3 Minitomates**

Um dos maiores atrativos de qualquer produto frente ao consumidor é a sua diversidade (BEZERRA, 2015). Por exemplo, os minitomates são frutos de diversas cores, formas e tamanhos e bastante apreciado pelos consumidores. Pertencem ao grupo de cultivares de mesa, tendo crescido em importância nos mercados das grandes cidades (ALVARENGA, 2013). São classificados como frutos climatéricos, pois iniciam o seu amadurecimento com a elevação na taxa respiratória, o que resulta numa série de transformações físico-químicas que alteram as suas qualidades sensoriais (KLUGE et al., 1996).

Os minitomates são frutos biloculares de tamanho reduzido, nesse grupo está incluído o tomate “grape”, uma das inovações introduzidas no mercado brasileiro recentemente, e também os tomates cereja, coquetel, mini-italiano e “tomatoberry” (ALVARENGA, 2013). Entre os do grupo “grape” destaca-se o ‘Sweet Heaven’ (Figura 1), com peso médio dos frutos de 15 g, alta firmeza, ótima coloração e elevado teor de

sólidos solúveis. As plantas têm ciclo precoce, alto vigor, pegamento de frutos, potencial produtivo e rusticidade, com alto nível de resistência a *Fusarium* e ao vírus do mosaico do tomateiro (SAKATA SEED SUDAMERICA, 2016). É novo no mercado, seu fruto não é ingrediente apenas de receitas culinárias, mas também é consumido como próprio fruto. Porém, não existem estudos na literatura sobre esta cultivar ‘Sweet Heaven’.



**Figura 1.** Frutos de tomate ‘Sweet Heaven’ colhidos durante o período experimental. Bom Jesus, PI, Brasil, 2016.

Além disso, os preços dos minitomates trazem mais retorno econômico ao produtor, pois seu valor médio de mercado é duas vezes superior ao de outras variedades de tomates de mesa (ARAUJO et al., 2013). E pelas particularidades do cultivo, tem sido realizado em ambiente protegido, para garantir o alto desempenho agrônômico e a qualidade do produto.

## **2.4 Influência dos reguladores vegetais sob a produção e crescimento das plantas**

O desenvolvimento e produtividade das plantas são influenciados por fatores endógenos e pelas condições climáticas. Dentre os fatores internos à planta, os

hormônios vegetais são substâncias orgânicas que desempenham importante função na regulação do crescimento e são ativos em quantidades muito pequenas (RAVEN, 2001) sendo os principais hormônios presentes em plantas as auxinas, giberelinas, citocininas, etileno e ácido abscísico (TAIZ; ZEIGER, 2013).

As plantas também podem ser beneficiadas pela aplicação de reguladores vegetais. Estes são definidos por Paroussi et al. (2002) como compostos naturais ou sintéticos que modificam o crescimento e o desenvolvimento da planta exercendo profunda influência em diversos processos fisiológicos. E por Vieira et al. (2010), como substâncias sintéticas que, aplicadas exógenamente, possuem ações similares aos grupos de hormônios vegetais conhecidos. A mistura de diferentes reguladores vegetais ou destes com outros compostos (como micronutrientes, vitaminas, aminoácidos) origina os bioestimulantes. Sua ação depende das condições vegetais, ambientais e das características e potencialidades genéticas das plantas. Estes possuem a capacidade de promover, inibir e modificar as diferentes respostas da planta, causando alterações fisiológicas e/ou morfológicas, influenciando em processos como a germinação, crescimento vegetativo, florescimento, frutificação, senescência e abscisão (VIEIRA et al., 2010).

Bioestimulantes aplicados em baixas concentrações podem alterar processos fisiológicos promovendo melhor desenvolvimento, maior produtividade e qualidade, favorecer a absorção e utilização de nutrientes, aumentar a eficiência do uso da água e a tolerância a estresses abióticos (CALVO et al., 2014). Lima Junior et al. (2009) ao avaliar a produção e número de frutos por rácimo em tomateiro observaram respostas significativas em função das doses (250 a 1500 mL ha<sup>-1</sup>) de bioestimulante no sexto e sétimo rácimos, com aumento linear para a massa e número total e comercial de frutos. E Gray (1957) observou que a aplicação de giberelina em tomateiro estimula o crescimento da planta. No entanto, é importante ressaltar que a resposta pode ser variável, pois o desenvolvimento da planta envolve vários processos simultâneos que são influenciadas pela composição genética, meio ambiente e manejo da cultura (HERNÁNDEZ, 2007). Sendo assim, torna-se importante os estudos que avaliem doses de bioestimulante para determinação correta da dose adequada para cada tipo de cultura.

## 2.5 Fatores pós-colheita que afetam a qualidade de frutos de tomates

A vida útil de frutas e hortaliças em armazenamento depende de várias reações metabólicas moduladas por temperatura, transpiração e a concentração de gases na atmosfera de armazenamento, como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  e etileno, no qual a respiração é o principal processo envolvido na fisiologia pós-colheita (CALBO; HENZ, 2007). Entre os métodos de conservação disponíveis, a refrigeração é um dos mais utilizados e eficientes para o armazenamento de frutas e hortaliças (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O aumento da temperatura provoca um aumento exponencial na taxa respiratória e, também causa redução na vida útil de frutas e hortaliças, compatível com os efeitos da temperatura sobre a respiração na maioria dos produtos vegetais. A temperatura de armazenamento do produto é o maior determinante da taxa respiratória, podendo ser observada redução de 2 a 4 vezes a cada decréscimo de  $10^\circ\text{C}$  na temperatura (VIVIANI, 2006). Portanto, o uso da refrigeração é indispensável no retardamento dos eventos fisiológicos e bioquímicos que levam à senescência de frutos na pós-colheita.

Sabe-se que o armazenamento refrigerado associado a concentrações reduzidas de  $\text{O}_2$  e elevadas de  $\text{CO}_2$  causa reduções de longo prazo na taxa respiratória dos vegetais e, conseqüentemente, aumento da vida pós-colheita dos produtos armazenados (CALBO; HENZ, 2007). Uma forma de promover essas alterações nos gases  $\text{CO}_2$  e  $\text{O}_2$  é a utilização de embalagens plásticas durante o armazenamento refrigerado. A embalagem é um método utilizado para aumentar a vida útil de produtos perecíveis como frutas, especialmente quando aliada a refrigeração, formando uma atmosfera modificada.

A atmosfera modificada pode ser dividida em ativa e passiva. A atmosfera modificada passiva é formada quando no interior da embalagem ocorre o consumo de  $\text{O}_2$  e produção de  $\text{CO}_2$  pela respiração do produto. Desta forma, o vegetal que regula a atmosfera estabelecida dentro da embalagem, o que depende da respiração do produto e da permeabilidade da embalagem. A atmosfera modificada ativa é caracterizada pela

pela injeção de mistura gasosa no interior da embalagem, tendo como objetivo estabelecer rapidamente a atmosfera desejada (KADER, 1992). Existem vários tipos de embalagens, dentre elas as pequenas caixas ou recipientes de plástico disponíveis no mercado em diferentes modelos, com ou sem tampa, confeccionadas com poliéster-poliétileno tereftalato (PET), estas caixas são ideais para o armazenamento de algumas hortaliças, como o tomate (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

De acordo com Marchese e Figueira (2005), a pós-colheita de um produto agrícola é caracterizado por um conjunto de processos utilizados que visam preservar sua qualidade obtida por técnicas de cultivo adequadas, para elevar o período de conservação deste, e mesmo que o uso de procedimentos durante a colheita e o processamento pós-colheita sejam adequados, o processo produtivo (pré-colheita) é fundamental para a qualidade e durabilidade do produto.

Desta forma, o uso de reguladores aplicados na pré-colheita pode influenciar o crescimento e desenvolvimento dos vegetais, além de regular e auxiliar no crescimento e desenvolvimento de frutos (HE et al., 2009). Sendo que a ação combinada de reguladores desempenha um papel importante na regulação da frutificação (KUMAR et al., 2014). Além de poder influenciar no atraso da senescência de frutos (KOHATSU et al., 2012), que é possível graças à redução da síntese de hidrolases que são enzimas responsáveis pelos processos de degradação de tecidos nos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Ferri et al. (2004) observou por exemplo que o ácido giberélico exógeno atrasou o processo de amadurecimento de caqui, retardando a diminuição da firmeza de polpa e reduzindo a degradação de clorofilas.

Sabe-se que os fitormônios podem influenciar a produtividade de culturas, e também a qualidade dos frutos em pós-colheita, diante do exposto, é importante o estudo da influência do bioestimulante em tomateiro com a finalidade de determinar a dose adequada, a fim de incrementar a produtividade e melhorar as características fisiológicas da cultura do tomateiro e também seu efeito na pós-colheita dos frutos.

## 2.6 Referências bibliográficas

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2. ed. rev. Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013. 455p.

ARAÚJO, L.; SILVA, K. J. P.; LEMOS, L. M. C.; MILAGRES, C. C.; CARDOSO, D. S. C. P.; ALVES, L. C.; PEREIRA, P. R. G. Tomate cereja cultivado em diferentes concentrações de solução nutritiva no sistema hidropônico capilar. **Unimontes Científica**, v. 15, n. 4, p. 18-27, 2013.

BEZERRA, R. S. **Manejo da fertirrigação na produção de minitomate em ambiente protegido**. 2015. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal do Goiás, Goiânia.

CALBO, A. G.; HENZ, G. P. **Métodos para medir a respiração de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007 (Comunicado técnico 47).

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J. W.; Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant Soil**, v. 383, n. 1, p. 3-41, 2014.

CARVALHO, J. L.; PAGLIUCA, L. G. Tomate, um mercado que não pára de crescer globalmente. **Hortifruti Brasil**, p.1- 9, 2007.

CATO, S. C.; MACEDO, W. R.; PERES, L. E. P.; CASTRO, P. R.C. Sinergism among auxins, gibberellins and cytokinins in tomato cv. Micro-Tom. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 4, p. 549-553. 2013.

CHITARRA, M. I. B.; CHITARRA, A. B., **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças: glossário**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 256p.

CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 428 p.

DE PAULA VIEIRA, D. A.; CARDOSO, K. C. R.; DOURADO, K. K. F.; CALIARI, M.; JÚNIOR, M. S. S. Qualidade física e química de mini-tomates Sweet Grape produzidos em cultivo orgânico e convencional. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 3, p. 100-108, 2014.

FERRARI, A. A.; FERNANDES, E. A. N.; TAGLIAFERRO, F. S.; BACCHI, M. A.; MARTINS, T. C. G. Chemical composition of tomato seeds affected by conventional and organic production systems. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v. 278, n. 2, p. 399-402, 2008.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2007. 421 p.

FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. **Produção de tomate de mesa**. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 196 p.

FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. Cultura do tomate. In: FONTES, P. C. R. (Ed.). **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa, MG: UFV, 2005. p. 457- 475.

GRAY, R. A. Alteration of leaf size and shape and other changes caused by gibberellins in plants. **American Journal of Botany**, v. 44, n. 8, p. 674-682, 1957.

HE, J.; YU, S.; MA, C. Effects of plant growth regulator on endogenous hormone levels during the period of the Red Globe growth. **Journal of Agricultural Science**, v. 1, n.1, p. 92, 2009.

HERNÁNDEZ, M. Manual de fertilización orgánica y Química. **Revista Desde el Surco**. p. 85-88, 2007.

IBGE, SIDRA. **Dados de produção referentes ao ano safra 2013 e 2016**. Disponível em: <[www.sidra.ibge.gov.br/bda](http://www.sidra.ibge.gov.br/bda)>. Acesso em 29 julho 2016.

KADER, A. A. Postharvest biology and technology: an overview. In: KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. California: University of California, 1992, p. 15-20.

KLUGE, R. A.; RODRIGUES, D.; KALIL, G. P. C.; LUSSO, R.; LUCAS, M.; Minami, K. Influência do estágio de maturação e da cobertura com polietileno na conservação de tomates refrigerados. **Scientia Agricola**, v. 53, n. 1, p. 6-13, 1996.

KOHATSU, D. S.; ONO, E. O.; EVANGELISTA, R. M.; KLEIN, J. Efeito de reguladores vegetais na qualidade de frutos de melão rendilhado. **Journal of Agronomic Sciences**, v.1, n.2, p.48-57, 2012.

KUMAR, R.; KHURANA, A.; SHARMA, A. K. 2014. Role of plant hormones and their interplay in development and ripening of fleshy fruits. **Journal of Experimental Botany**, v.65, n.16, p.4561-4575, 2014.

MARCHESE, J. A.; FIGUEIRA, G. M. O uso de tecnologias pré e pós-colheita e boas práticas agrícolas na produção de plantas medicinais e aromáticas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 7, p. 86-96, 2005.

NAIKA, S.; JEUDE, J.L.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; DAM, B. **Cultura do tomate: produção, processamento e comercialização**. Wageningen: Fundação Agromisa e CTA. 2006. 104p.

PALANGANA, F. C.; SILVA, E. S.; GOTO, R.; ONO, E. O. Ação conjunta de citocinina, giberilina e auxina em pimentão enxertado e não enxertado sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**. v. 30, n. 4, p.751-755, 2012.

PERALTA, I. E.; SPOONER, D. M. Granule-bound starch synthase (GBSSI) gene phylogeny of wild tomatoes ( *Solanum* L. section *Lycopersicon* [Mill.] Wettst. subsection *Lycopersicon* ). **American Journal of Botany**, v. 88, n. 8, p.1888-1902. 2001.

PRECZENHAK, A. P.; RESENDE, J. T. V.; CHAGAS, R.R.; SILVA, P. R.; SCHWARZ, K.; MORALES, R.G.F. 2014. Caracterização agrônômica de genótipos de minitomate. **Horticultura Brasileira**. v. 32, n. 3, p.348-356.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 906 p.



Sakata Seed Sudamerica. Solanáceas: Tomate Sweet Heaven. Disponível em: <<http://www.sakata.com.br/produtos/hortalicas/solanaceas/tomate>>. Acesso em: 24 julho de 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 918p.

VIEIRA, E. L.; SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SILVA, J. S. **Manual de fisiologia vegetal**. 1. ed. São Luis: EDUFMA, 2010. 230p.

VIVIANI, L. **Avaliação da qualidade pós-colheita da banana prata anã associada a embalagens**. 2006. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade de Campinas, Campinas.

ZAMBAN, D. T. **Fenologia e efeito da utilização de doses de boro e cálcio sobre a produção de tomate Italiano em duas épocas de cultivo**. 2014. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Agricultura e Ambiente) - Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, RS.

WOLTERS, H.; JÜRGENS, G. Survival of the flexible: hormonal growth control and adaptation in plant development. **Nature Reviews Genetics**, v.10, n.5, p.305-317, 2009.

### 3. CAPÍTULO II - Fenologia de tomateiro 'Sweet Heaven' sob ação de bioestimulante vegetal

**Resumo-** Os reguladores vegetais são compostos capazes de alterar processos vitais e estruturais, promovendo, inibindo ou modificando o crescimento e desenvolvimento das plantas, além de influenciar a frutificação. Portanto, objetivou-se avaliar o efeito de bioestimulante sobre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo e a produtividade de tomateiro 'Sweet Heaven'. Conduziu-se o experimento de setembro de 2015 a janeiro de 2016, em ambiente protegido (sombrite com 50% de sombreamento), localizado na Universidade Federal do Piauí (UFPI), Bom Jesus - PI, Brasil. Os tratamentos utilizados foram as doses do bioestimulante (0,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 e 12,5 mL de bioestimulante L<sup>-1</sup> de água) as quais foram aplicadas nas plantas por pulverização foliar a partir dos 52 dias após a semeadura (DAS) e após quinzenalmente. Para o caractere produtividade foi adotado delineamento em blocos completos casulizados, na qual o número de colheitas eram os blocos, sendo contituídos por 16, e a unidade experimental composta por 6 plantas. Para os demais caracteres adotou-se o delineamento em blocos completos casualizados com parcelas subdivididas no tempo. Nas parcelas foram alocadas as doses do bioestimulante e nas subparcelas, foram alocados os períodos de avaliação, com 6 repetições. Foram avaliados dos 59 aos 129 DAS em intervalos de 7 dias, altura de planta; diâmetro do caule; número de entrenós e folhas; e o índice de clorofila Falker *a*, *b*, e total. Enquanto que o número de inflorescências, flores e frutos foram avaliados dos 59 aos 122 DAS em mesmo intervalo. Houve incremento da produtividade e, efeito positivo da interação entre os doses e DAS, tendo o bioestimulante influenciado em altura de plantas; número de entrenós, folhas, flores e frutos. já diâmetro do caule, índices dos conteúdos de clorofila *a*, *b*, e total e número de inflorescências apenas por DAS. Concluiu-se que a dose de 10,0 mL de bioestimulante L<sup>-1</sup> de água é a mais eficiente para aumentar a produtividade, e DAS influencia todos os caracteres de crescimento e desenvolvimento das plantas. Para o desdobramento doses de bioestimulante e DAS, doses entre 2,96 e 3,08 mL de bioestimulante L<sup>-1</sup> de água aos 108 e 115 DAS, promovem incrementos na altura das plantas, bem como a dose estimada de 3,83 mL de bioestimulante L<sup>-1</sup> de água no número de flores.

**Palavras chave:** *Solanum lycopersicum* L., minitomate, giberelina, citocinina, auxina, crescimento e desenvolvimento

### 3.1 Introdução

O cultivo e consumo de minihortaliças tem aumentado desde sua introdução no mercado. Entre estes, os minitomates (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*), são bastante apreciados, destacando-se para consumo *in natura*, sendo de grande versatilidade e considerados como produto *gourmet* (PRECZENHAK et al, 2014).

Os minitomates são frutos biloculares de tamanho reduzido, tendo destaque o tomate cereja ou “cherry”, de formato arredondado ou periforme, e o tomate-uva ou “grape”, de formato oblongo (ALVARENGA, 2013). Dentre o último, destaca-se o ‘Sweet Heaven’, frutos com peso médio de 15 g, ótima coloração e elevado teor de sólidos solúveis, além de plantas de ciclo precoce, alto vigor, pegamento de frutos, potencial produtivo e rusticidade, com alto nível de resistência a *Fusarium* e ao vírus do mosaico do tomateiro (SAKATA SEED SUDAMERICA, 2016). Seu cultivo é realizado em ambiente protegido.

O desenvolvimento e produtividade das plantas e a qualidade dos frutos são influenciados por fatores endógenos e pelas condições climáticas. Segundo Alvarenga (2013), o tomateiro desenvolve-se melhor em condições com umidade relativa entre 50 a 70% em ambiente protegido, além disso a produtividade é favorecida pela alta luminosidade. A temperatura ótima da maioria das variedades situa-se entre 21 a 24°C, mas as plantas podem sobreviver a certa amplitude, porém abaixo de 10°C e acima de 38°C ocorre danos nos tecidos das mesmas (NAIKA et al., 2006). Assim, temperaturas elevadas podem ser um fator limitante para a tomaticultura em algumas regiões.

Dentre os fatores endógenos, os hormônios são bastantes importantes, produzidos pelas plantas, influenciam no seu crescimento e desenvolvimento. Os vegetais também podem ser beneficiados pela aplicação exógena de hormônios, tais como a auxina, giberelina e citocinina (TAIZ; ZEIGER, 2013), ou pela mistura de diferentes reguladores, denominados bioestimulantes. Aplicados nas plantas, em baixas concentrações, podem alterar processos fisiológicos promovendo melhor desenvolvimento, maior produtividade e qualidade, favorecer a absorção e utilização de nutrientes, aumentar a eficiência do uso da água e a tolerância a estresses abióticos

(CALVO et al., 2014). E em condições ambientais adversas estes produtos influenciam o rendimento das plantas, pois favorecem o bom desempenho dos processos vitais (VIEIRA et al., 2010). Além disso, influenciam em vários processos metabólicos como a respiração, fotossíntese, síntese de ácidos nucleicos e absorção de íons (ABBAS, 2013).

O bioestimulante composto por três reguladores vegetais: 0,009% de cinetina (citocinina); 0,005% de ácido giberélico (giberelina); e 0,005% de ácido indolbutírico (auxina) é bastante estudado, tendo eficiência comprovada na literatura para diversas espécies (ABRANTES et al., 2011; KLAHOLD et al., 2006; LUNELLI et al., 2015; RÓS et al., 2015), inclusive para tomate, em que foi observado aumento da matéria seca de raízes e matéria fresca e seca de frutos na cv. Micro-Tom (CATO et al., 2013).

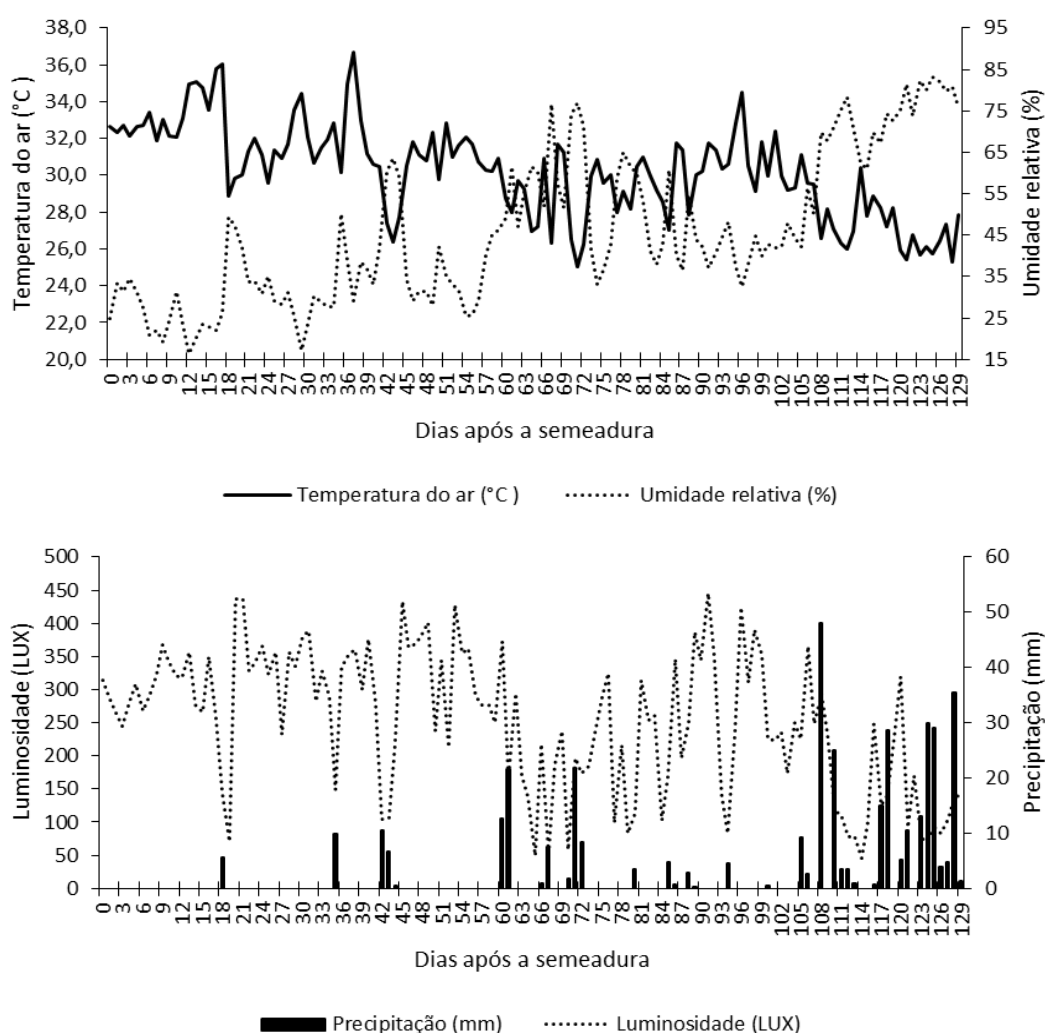
Desta forma, configura-se a importância da determinação da eficácia de um estimulante vegetal para determinar a concentração adequada, a fim de incrementar a produtividade e melhorar as características fisiológicas de culturas de interesse econômico. Como não existe trabalho com bioestimulante em minitomates cultivados na região Sul do Piauí, objetivou-se avaliar o efeito de doses de bioestimulante sobre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de tomateiro ‘Sweet Heaven’.

### **3.2 Material e Métodos**

O trabalho foi conduzido em ambiente protegido (sombrite com 50% de sombreamento), com dimensões de 8,0 x 5,0 x 2,5 m, na Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Professora Cinobelina Elvas (CPCE), em Bom Jesus, Piauí, Brasil (09°05'20''S, 44°19'33''W e 284 m de altitude).

O município integra uma região de ecótono Cerrado-Caatinga, possuindo clima quente e úmido, classificado por Köppen como Awa (Tropical chuvoso com estação seca no inverno e temperatura média do mês mais quente maior que 22 °C). A precipitação média varia entre 900 a 1200 mm ano<sup>-1</sup> e a temperatura média é de 26,2°C (INMET, 2016).

Os dados médios da temperatura do ar, umidade relativa do ar e luminosidade durante o período de dezoito de setembro de 2015 a vinte e cinco de janeiro de 2016 no ambiente experimental variaram de 25 a 36,7 °C, 16 a 83%, 46 a 446 LUX e 0 a 48 mm, respectivamente (Figura 1). Os dados foram coletados diariamente nos horários das 9; 15 e 18 h de acordo com a recomendação de Alvarenga et al. (2015), e após a coleta foi realizado o cálculo da média diária. Foram utilizados os equipamentos termo-higrômetro e luxímetro e a Estação Automática do INMET instalada no CPCE, Bom Jesus – PI para auxiliar na coleta.



**Figura 1.** Variação diária da temperatura média do ar (°C), umidade relativa do ar (UR%), luminosidade (LUX) e precipitação pluvial (mm) em função de dias após a semeadura (DAS) durante o período de cultivo do minitomate ‘Sweet Heaven’. Bom Jesus- PI, Brasil.

As sementes de minitomate ‘Sweet Heaven’ foram semeadas em dezoito de setembro de 2016, a 1 cm de profundidade, em bandejas de poliestireno expandido contendo substrato comercial Tropstrato®. As plântulas foram irrigadas diariamente até os 29 dias após a semeadura (DAS) e quando atingiram 4 folhas definitivas foram transplantadas para vasos plásticos de 7 dm<sup>3</sup>, contendo 6,5 dm<sup>3</sup> de solo.

**Tabela 1.** Caracterização físico-química do solo utilizado nos vasos de cultivo de minitomates ‘Sweet Heaven’, Bom Jesus- PI, Brasil

pH	H+Al	Al	Ca	Mg	K	SB	T	P		
				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						
5,9	1,24	0,00	3,42	1,03	0,32	4,77	6,01	mg dm <sup>-3</sup>		
Fe	Cu	Mn	Zn	V	m	M.O.	Areia	Argila	Silte	
			mg dm <sup>-3</sup>		%		g kg <sup>-1</sup>		%	
78,87	0,39	1,76	2,824	79,40	0,00	24,80	68,30	24,17	7,53	

pH = potencial de hidrogeniônico; H + Al = Acidez potencial; Al = Alumínio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; K = Potássio, SB = Soma de Bases Trocáveis; T = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; P = Fósforo; Fe = Ferro; Cu = Cobre; Mn = Manganês; Zn = Zinco; V = Índice de Saturação de Bases e m = Índice de Saturação de Alumínio.

O solo foi coletado na camada de 0 a 20 cm de profundidade na Fazenda São João, em Currais, PI. E a correção da fertilidade foi de acordo com os resultados da análise físico-química (Tabela 1).

Foi realizada calagem do solo um mês antes do transplante com o objetivo de elevar a saturação de bases para 80%. Também foi feita adubação de base, e em cobertura três vezes em intervalos quinzenais (Tabela 2), conforme adaptação da recomendação de Novais et al., (1991). Na fase de frutificação foi realizada três adubações foliares, em intervalos de sete dias, com 20% de Ca + 4,0 % B + 2% de K<sub>2</sub>O (1 kg ha<sup>-1</sup>).

As plantas foram dispostas em espaçamento de 1,0 m entre fileiras e 0,5 m entre plantas. As plantas foram conduzidas em sistema de tutoramento simples com haste única, fazendo-se a desbrota das brotações laterais e aplicando-se pasta bordalesa para prevenir problemas fitossanitários.

**Tabela 2.** Adubação aplicada durante o cultivo de minitomates 'Sweet Heaven'

Nutriente	Fonte de nutriente	Adubação de plantio	Adubação em cobertura
		g nutriente kg <sup>-1</sup> de solo	g nutriente kg <sup>-1</sup> de solo
N	[Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O]	0,309	0,309
	(NH <sub>4</sub> Cl)	0,143	0,143
P	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1,193	-
	(KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )	0,174	-
K	(KCl)	-	0,095
	[MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O]	0,250	-
S e Mg	[H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> ]	0,014	-
B	[CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O]	0,030	-
Cu	[(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> MO <sub>7</sub> O <sub>24</sub> ·4 H <sub>2</sub> O]	0,006	-
Mo	(ZnCl <sub>2</sub> )	0,005	-
Zn	(MnSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O)	0,011	-
Mn	[Fe(NO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O]	0,011	-
Fe			

Empregou-se o sistema de irrigação por gotejamento, com emissores (online) do tipo autocompensante, com vazão nominal de 2 L h<sup>-1</sup> conectados às linhas de irrigação (tubos de polietileno de 16 mm). Utilizou-se emissores com duas saídas onde foram acoplados os micro tubos individualizados para os vasos, com vazão nominal de 1 L h<sup>-1</sup>. Também foi utilizado dois registros no início da linha principal para regular a pressão de serviço em 0,5 bar, aferida através de manômetro. Os turnos de regas foram diários, de modo a manter o solo na capacidade de vaso.

O controle de praga (larva minadora) foi realizado em única aplicação com o princípio ativo malationa (50 mL L<sup>-1</sup>) aos 41 DAS, também foi feito controle de doença fúngica com o princípio ativo hidróxido de cobre (2,5 kg ha<sup>-1</sup>) aos 115 DAS.

Os tratamentos utilizados foram as doses do bioestimulante (0,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 e 12,5 mL de bioestimulante L<sup>-1</sup> de água) as quais foram aplicadas quinzenalmente nas plantas por pulverização foliar a partir dos 52 dias após a

semeadura (DAS) com auxílio de um pulverizador manual, de modo uniforme e homogêneo até observar a superfície foliar molhada.

Foram realizadas avaliações semanais nas plantas a partir de 59 DAS até 129 DAS, e após foi realizado o desponde das plantas (MARIM et al., 2007) com altura de 1,90 m pelas limitações da dimensão do ambiente protegido e para não dificultar a realização dos tratamentos culturais.

Em cada período, avaliaram-se as variáveis vegetativas: Altura de planta - medida da base do caule até o meristema apical da planta com trena métrica; Número de entrenós - contagem dos entrenós nas plantas; Diâmetro do caule - medido a 3 cm da base, com paquímetro digital Digimess<sup>®</sup> graduado em milímetros; Número de folhas por planta - contagem das folhas verdes; Índice de clorofila Falker (ICF) *a*, *b*, e total (*a* + *b*) - por determinação direta em clorofilômetro portátil ClorofiLOG<sup>®</sup> modelo CFL1030 (Falker<sup>®</sup>, Brasil) em duas folhas da parte mediana da copa. Também foram avaliadas os seguintes caracteres reprodutivos, até o período de 122 DAS: número de inflorescências, flores e de frutos: determinados pela contagem semanal do número destes nas plantas antes da primeira colheita da semana. Ao final de todos os períodos de colheita (16 colheitas no total) foi calculado a produtividade de minitomates ‘Sweet Heaven’.

Para as variáveis de crescimento adotou-se o delineamento em blocos completos casualizados com parcelas subdivididas no tempo. Nas parcelas foram alocadas as doses do bioestimulante (0,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 e 12,5 mL de bioestimulante L<sup>-1</sup> de água) e nas subparcelas foram alocados os períodos de avaliação (59; 66; 73; 80; 87; 94; 101; 108; 115; 122; 129 DAS), com 6 repetições. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o teste F ( $p \leq 0,05$ ) e, pós-anova o ajustamento de função de regressão. O processamento dos dados foi realizado com o software R versão 3.2.0 (R CORE TEAM, 2014).

Para o caractere produtividade foi adotado o delineamento em blocos completos casualizados, onde o número de colheitas constituiu os blocos, ou seja, 16 colheitas no total, e a unidade experimental foi composta por 6 plantas. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o teste F ( $p \leq 0,05$ ) e, pós-anova o teste de médias Tukey a 5% de probabilidade foi aplicado. O



processamento dos dados foi realizado com o software R versão 3.2.0 (R CORE TEAM, 2014).

### **3.3 Resultados e Discussão**

#### **3.3.1 Análise de variância**

Para os caracteres diâmetro do caule (DC), clorofilas *a* (ICFA), *b* (ICFB) e total (ICFT) e número de inflorescências (NI) foi verificado efeito significativo do fator dias após a semeadura (DAS), bem como da interação doses x dias para altura de planta (AP), número de entrenós (NE), número de folhas (NFO), número de flores (NFL) e número de frutos (NFR) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para as variáveis altura de planta (AP), número de entrenós (NE), diâmetro do caule (DC), índice de clorofila Falker *a* (ICFA), índice de clorofila Falker *b* (ICFB), índice de clorofila Falker total (ICFT), número de folhas (NFO), número de inflorescências (NI), número de flores (NFL) e número de frutos (NFR) de tomateiro sob doses (D) do bioestimulante e em diferentes épocas (dias após a semeadura (DAS)), Bom Jesus- PI, Brasil, 2016

CT	D	Blocos	Erro a	Fontes de variação				
				DAS	DxDAS	Erro b	CV(%) <sup>a</sup>	CV(%) <sup>a</sup>
Quadrados Médios								
AP	942,00 <sup>ns</sup>	1415,00 <sup>*</sup>	425,00	100555,00 <sup>**</sup>	58,00 <sup>**</sup>	29	14,51	3,80
NE	9,95 <sup>ns</sup>	38,92 <sup>ns</sup>	18,22	3137,30 <sup>**</sup>	3,44 <sup>*</sup>	2,19	16,63	5,77
DC	2,39 <sup>ns</sup>	5,58 <sup>ns</sup>	4,16	88,96 <sup>**</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	0,20	21,97	4,85
ICFA	3,61 <sup>ns</sup>	24,66 <sup>ns</sup>	13,26	357,13 <sup>**</sup>	6,24 <sup>ns</sup>	10,34	8,09	7,14
ICFB	7,11 <sup>ns</sup>	18,25 <sup>ns</sup>	13,25	263,18 <sup>**</sup>	3,56 <sup>ns</sup>	3,80	20,33	10,90
ICFT	20,15 <sup>ns</sup>	57,15 <sup>ns</sup>	44,79	971,70 <sup>**</sup>	11,29 <sup>ns</sup>	16,41	10,64	6,44
NFO	33,04 <sup>ns</sup>	22,11 <sup>ns</sup>	19,05	1241,13 <sup>**</sup>	5,58 <sup>**</sup>	3,5	18,82	8,06
NI	11,48 <sup>ns</sup>	35,97 <sup>*</sup>	11,23	474,59 <sup>**</sup>	1,42 <sup>ns</sup>	1,12	45,96	14,48
NFL	298,80 <sup>ns</sup>	148,70 <sup>ns</sup>	192,40	3217,50 <sup>**</sup>	142,00 <sup>*</sup>	90,70	73,80	50,68
NFR	959,00 <sup>ns</sup>	536,00 <sup>ns</sup>	1184,00	69397,00 <sup>**</sup>	649,00 <sup>**</sup>	367,00	68,67	38,21

<sup>\*\*</sup>significativo a 1% <sup>\*</sup>significativo a 5%; <sup>ns</sup>não significativo pelo teste de F; FV - Fonte de variação; CT - Caracteres; CV (%)<sup>a</sup> - coeficiente de variação em relação a parcela; CV (%)<sup>b</sup> - coeficiente de variação em relação a subparcela .

Para o caractere produtividade foi verificado efeito significativo das doses do bioestimulante (Tabela 4).

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância para a variável produtividade tomateiro ‘Sweet heaven’ sob doses de bioestimulante, Bom Jesus- PI, Brasil, 2016

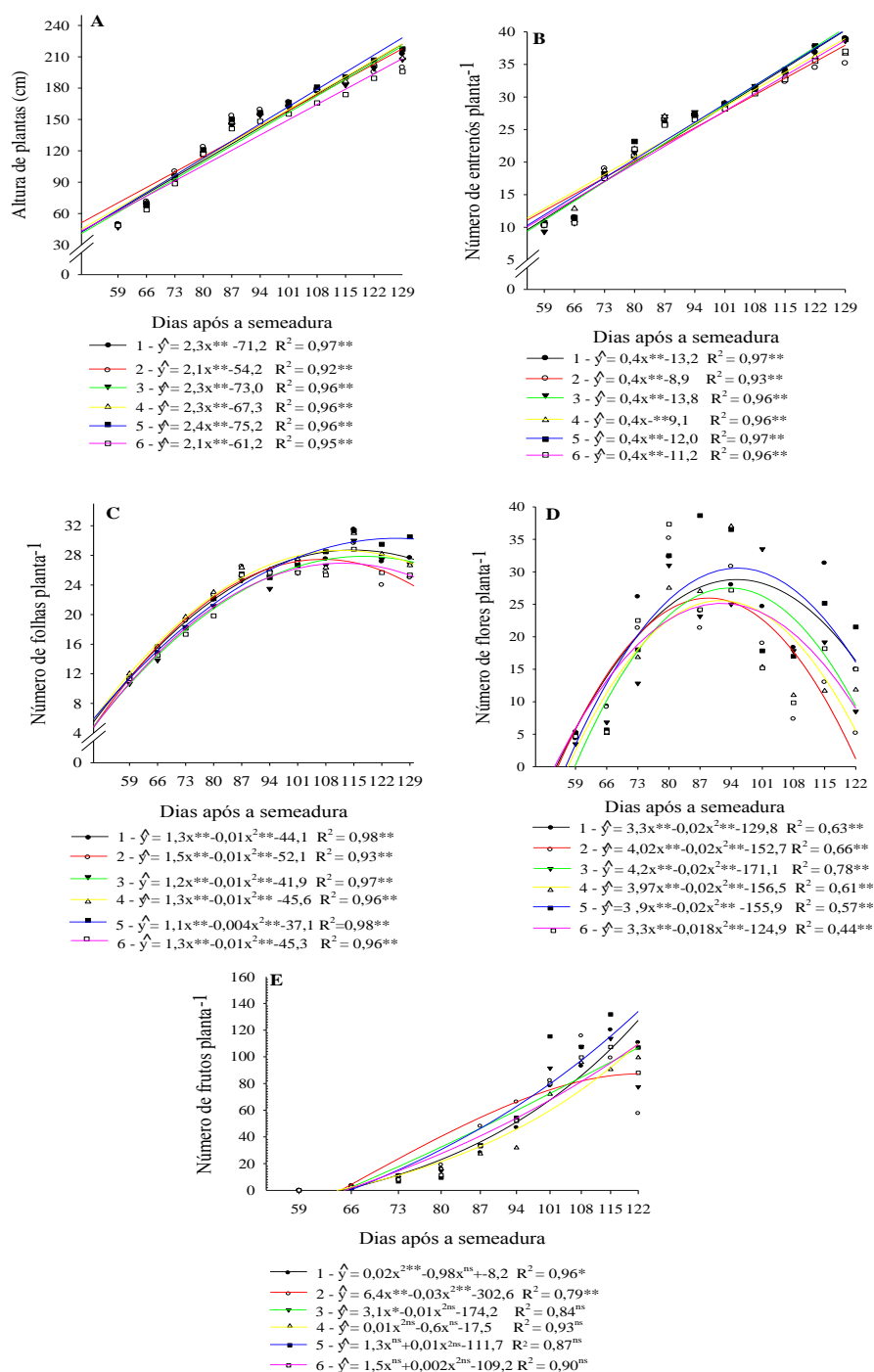
FV	GL	SQ	QM
Tratamento	5	198191,7	39638,35 <sup>*</sup>
Bloco	15	4448595,4	296573,03 <sup>**</sup>
Resíduo	75	1070180,4	14269,07
CV (%)	40		

<sup>\*\*</sup>significativo a 1% <sup>\*</sup>significativo a 5% F; FV - Fonte de variação; GL - grau de liberdade; SQ - soma de quadrados; QM - quadrados médios; CV (%) - coeficiente de variação.

### **3.3.2 Influência da interação doses de bioestimulante e dias na fenologia do tomateiro**

Para os caracteres DC; ICFA; ICFB; ICFT; e NI não houve interação entre doses de bioestimulante e DAS (Tabela 3). Lima et al. (2006) estudando a influência do mesmo bioestimulante, também não observaram acréscimos significativos no diâmetro do caule do algodoeiro herbáceo. E Ramos et al. (2015) ao estudar os efeitos fisiológicos do produto no desenvolvimento de plantas de tomateiro, não verificaram influência positiva sobre o índice de clorofila. Os reguladores vegetais nem sempre proporcionam incrementos em todas as espécies ou nas diferentes partes dos vegetais, pois durante o crescimento da planta podem ter diferenciados efeitos em partes diferentes da mesma (DANTAS et al., 2012). Por exemplo, o modo de interação entre auxina e citocinina frequentemente depende do órgão das espécies vegetais estudadas (MOUBAYIDIN et al., 2009). E os diferentes níveis de um hormônio podem induzir respostas opostas (WOLTERS; JÜRGENS, 2009).

Para o desdobramento da interação doses de bioestimulante e dias após a semeadura, os caracteres AP e NE exibiram comportamento linear crescente (Figuras 2A e 2B, respectivamente) e independentemente da dose houve incremento ao longo de DAS, com valores de  $R^2$  superiores a 90%. Nas Figuras 2C, 2D e 2E, as variáveis NFO, NFL e NFR apresentaram valores de  $R^2$  superiores a 90, 60 e 78%, respectivamente. Houve ajustamento do modelo quadrático, sendo que no início do ciclo a diferença entre os tratamentos foi menor e, com o decorrer dos dias, houve aumento, sendo percebido aos 101 DAS para NFO, 80 DAS para NFL e aos 73 DAS para NFR.



**Figura 2.** Altura de plantas (A), número de entrenós (B), número de folhas (C), número de flores (D) e número de frutos (E) em função dos dias após a semeadura e doses do bioestimulante [0,0 (1); 2,5 (2); 5,0 (3); 7,5 (4); 10,0 (5) e 12,5 (6) mL de bioestimulante L<sup>-1</sup> de água]. \*\* / \* / <sup>ns</sup> significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F, respectivamente. Bom Jesus, PI, Brasil, 2016.

Para os caracteres altura de plantas; número de entrenós, folhas, flores e frutos houve efeito significativo das doses dentro de alguns dias de avaliação, porém apenas aos 108 e 115 DAS para altura de plantas e aos 115 DAS para número de folhas foram ajustados modelo autorregressivo significativo, se ajustando ao modelo quadrático, sendo portanto passível de explicar biologicamente, enquanto que os demais caracteres não se ajustaram ao modelo linear ou quadrático e por isto não é possível essa explicação (Tabela 5).

**Tabela 5.** Modelos de regressão e ajuste de reta ( $R^2$ ) para altura de plantas (AP), número de entrenós (NE), número de folhas (NFO), número de flores (NFL) e número de frutos (NFR) em função das doses de bioestimulante em cada tempo dos dias após a semeadura (DAS), Bom Jesus- Pi, Brasil, 2016

Variável	DAS	Modelos de regressão	$R^2$
AP	108	$\hat{y} = 169,36 + 7,45x^{ns} - 1,26x^{2*}$	$R^2 = 0,63^*$
	115	$\hat{y} = 176,82 + 6,83x^{ns} - 1,11x^{2*}$	$R^2 = 0,39^*$
	122	$\hat{y} = 1,01x^{2ns} + 6,44x^{**} - 191,97$	$R^2 = 0,24^{ns}$
	129	$\hat{y} = 203,65 + 3,96x^{ns} - 0,69x^{2ns}$	$R^2 = 0,10^{ns}$
NE	122	$\hat{y} = 35,23 + 0,80x^{ns} - 0,11x^{2ns}$	$R^2 = 0,06^{ns}$
	129	$\hat{y} = 38,43 - 0,61x^{ns} + 0,083x^{2ns}$	$R^2 = 0,02^{ns}$
NFO	122	$\hat{y} = 24,03 + 1,78x^{ns} - 0,21x^{2ns}$	$R^2 = 0,16^{ns}$
	129	$\hat{y} = 25,78 + 0,70x^{ns} - 0,08x^{2ns}$	$R^2 = 0,03^{ns}$
NFL	87	$\hat{y} = 17,42 + 4,098x^{ns} - 0,35x^{2ns}$	$R^2 = 0,26^{ns}$
	101	$\hat{y} = 22,33 + 2,15x^{ns} - 0,58x^{2ns}$	$R^2 = 0,33^{ns}$
	115	$\hat{y} = 37,76 - 11,80x^{*} + 1,54x^{2*}$	$R^2 = 0,39^*$
NFR	101	$\hat{y} = 67,67 + 10,08x^{ns} - 1,08x^{2ns}$	$R^2 = 0,13^{ns}$
	115	$\hat{y} = 124,35 - 10,92x^{ns} + 1,60x^{2ns}$	$R^2 = 0,09^{ns}$
	122	$\hat{y} = 104,55 - 13,56x^{ns} + 2,17x^{2ns}$	$R^2 = 0,11^{ns}$

\*\* /\*/ <sup>ns</sup> significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F, respectivamente.

Isso pode ser justificado pelo fato de os hormônios vegetais terem a capacidade de interagir com um ou mais hormônios, e dependendo do contexto, essa interação pode envolver mudanças no nível hormonal (SANTNER et al., 2009). Além disso, os estímulos ambientais podem alterar o crescimento das plantas, modulando os níveis hormonais e a resposta (WOLTERS; JÜRGENS, 2009).

As doses estimadas de 2,96 e 3,08 mL de bioestimulante L<sup>-1</sup> de água aos 108 e 115 DAS (Tabela 5), respectivamente, promoveram incrementos significativos na

AP de tomateiro 'Sweet Heaven'. Dantas et al. (2012), ao avaliarem a influência do bioestimulante no crescimento inicial de plantas de tamarindeiro, testaram as doses 0; 6; 12; 18 e 24 mL de bioestimulante L<sup>-1</sup> de água, e verificaram incremento na altura de plantas em todas as doses, sendo a melhor a maior dose. De forma semelhante, Alcântara (2015) observou efeito significativo do mesmo bioestimulante para a característica altura de plantas de feijoeiro, com o aumento nos valores do caractere.

O aumento na AP já era esperado, pois auxina, citocinina e giberelina estimulam o crescimento (WOLTERS; JÜRGENS, 2009), promovendo o alongamento de caules (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O bioestimulante influenciou positivamente o NFL, aos 115 DAS, com a dose estimada de 3,83 mL de bioestimulante L<sup>-1</sup> de água (Tabela 5). As aplicações via semente, via foliar e na combinação das duas formas na cultura da soja, realizados por Klahold et al. (2006), também resultou em efeitos positivos sobre número de flores. Resultado que pode ter sido influenciado pelo desenvolvimento do meristema floral, pois este depende da auxina transportada para ele, a partir de tecidos subapicais (TAIZ; ZEIGER, 2013). Ainda de acordo com os mesmos autores, a giberelina pode desempenhar importante papel na transição para o florescimento, desenvolvimento da antera e crescimento do tubo polínico.

Os incrementos nos caracteres AP e NFL corroboram a eficácia do bioestimulante verificada neste trabalho, pois se sabe da influência da giberelina em controlar diversos aspectos do desenvolvimento vegetal, incluindo o alongamento do caule e desenvolvimento da flor (YAMAGUCHI, 2008). Além disso, a auxina age na alongação, divisão e diferenciação celular (TEALE et al., 2006). Portanto, auxina e citocinina são reconhecidas como moléculas cruciais de sinalização que controlam o crescimento e desenvolvimento dos vegetais (MOUBAYIDIN et al., 2009).

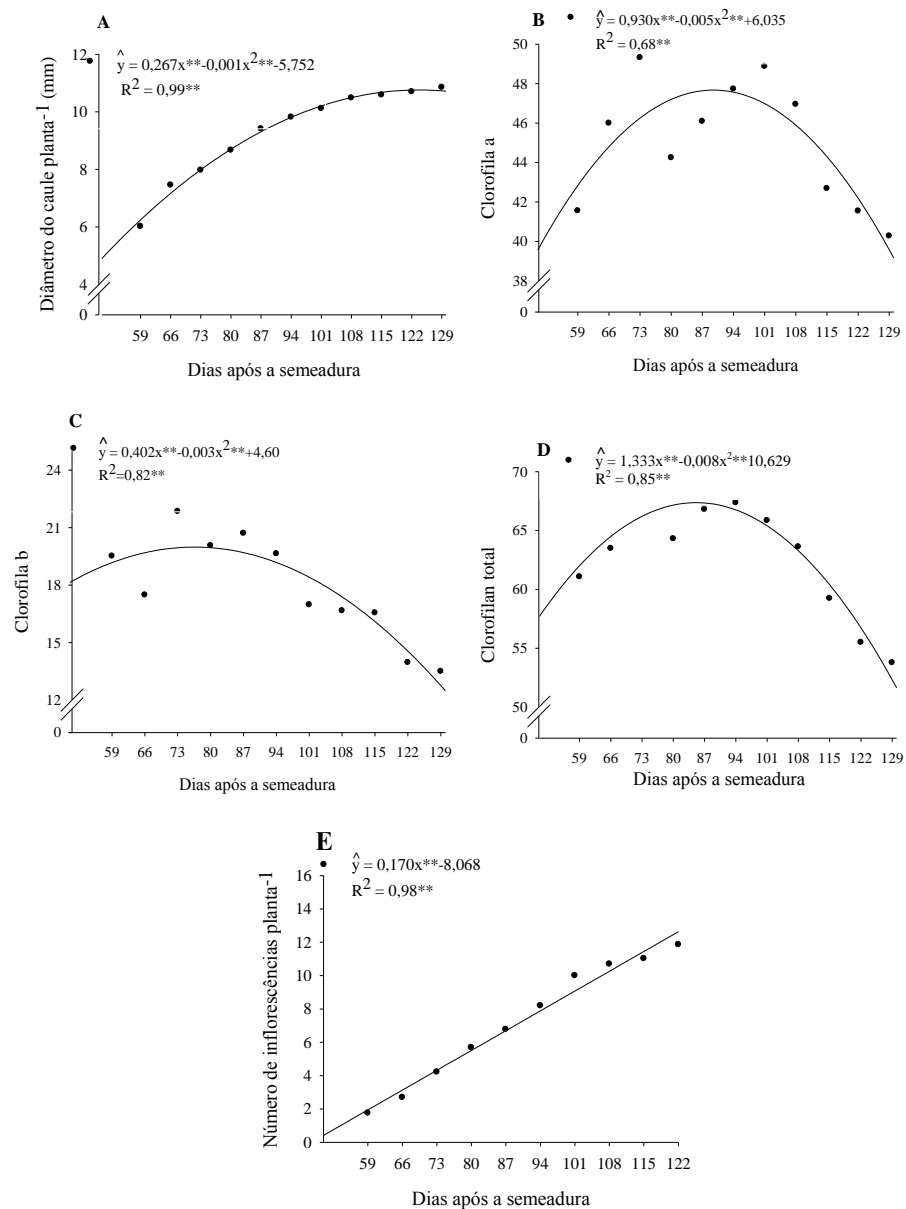
### 3.3.3 Influência de DAS na fenologia do tomateiro

Observa-se que o DC ( $R^2 = 0,99$ ); ICFA ( $R^2 = 0,68$ ), ICFB ( $R^2 = 0,82$ ) e ICFT ( $R^2 = 0,85$ ) se ajustaram melhor ao modelo quadrático (Figuras 3A, 3B, 3C e 3D, respectivamente). O primeiro apresenta incrementos ao longo dos dias até os 129 DAS, enquanto que os últimos aumentam os valores até, aproximadamente, os 87 DAS e, em seguida, decrescem ao final do tempo de avaliação. Diferente dos outros caracteres, o NI exibiu tendência linear crescente em relação a DAS ( $R^2 = 0,98$ ) (Figura 3E).

De acordo com Taiz e Zeiger (2013) os caules apresentam crescimento em diâmetro devido à ação dos meristemas, sendo as células adicionadas progressivamente pela atividade destes tecidos.

Em relação às clorofilas, estas são sintetizadas, mas também são degradadas, pois ao longo do ciclo das plantas as folhas tendem senescer, mas fatores externos tais como redução de luz e mudanças de temperatura também influenciam este caractere (BORRMANN, 2009).

Após um período de crescimento vegetativo, os vegetais passam por transição para o desenvolvimento reprodutivo e em plantas floríferas, envolve a formação de meristemas florais especializados que darão origem as flores (TAIZ; ZEIGER, 2013). Desta forma, como o tomateiro apresenta crescimento indeterminado, o aumento no número de inflorescências ao longo dos dias é esperado.



**Figura 3.** Diâmetro do caule (A), índice de clorofila Falker *a* (B), clorofila *b* (C) e clorofila total (*a*+*b*) (D) e número de inflorescências (E) de tomateiro ‘Sweet Heaven’ em função dos dias após a semeadura. \*\* significativo a 1% pelo teste F. Bom Jesus, PI, Brasil, 2016.



### 3.3.4 Produtividade de plantas do tomateiro

A dose 10,0 mL de bioestimulante L<sup>-1</sup> de água foi mais eficiente em elevar os valores de produtividade (PD), se diferenciando estatisticamente da dose 12,5 mL de bioestimulante L<sup>-1</sup> e se igualando as demais doses (Tabela 6).

**Tabela 6.** Produtividade de tomateiro ‘Sweet heaven’ sob doses de bioestimulante, Bom Jesus- PI, Brasil, 2016

Doses (mL de bioestimulante L <sup>-1</sup> de água)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
0,0	338,28 ab
2,5	268,89 ab
5,0	283,33 ab
7,5	284,39 ab
10,0	374,47 a
12,5	237,42 b

\*\* Médias seguidas de mesma letra mainúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05).

O resultado obtido foi bastante favorável, o que demonstra que reguladores vegetais têm potencial para aumentar a produtividade da planta através da influência sobre vários processos metabólicos (ABUBAKAR et al., 2013). Impulsionando a divisão celular e aumentando o tamanho da célula (HE et al., 2009). A aplicação exógena de ácido giberélico melhora as atividades de amilase de muitas plantas, resultando na degradação do amido de armazenagem, a fim de fornecer substratos de energia abundantes e assim promover o crescimento e desenvolvimento dos frutos (MA et al., 2007).

De acordo com Kumar et al. (2014) a ação combinada de auxina, giberelina e citocinina desempenha um papel importante na regulação da frutificação. Palangana et al. (2012), ao avaliarem o efeito da aplicação de doses do mesmo bioestimulante em plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas, cultivadas em ambiente protegido, verificaram aumento na produtividade em pimentões enxertados, com a dose de 10,0 mL de bioestimulante L<sup>-1</sup> de água.

### 3.4 Conclusões

Dias após a semeadura (DAS) influencia todos os caracteres de crescimento e desenvolvimento de plantas de tomateiro 'Sweet Heaven'.

A interação doses do bioestimulante e dias após a semeadura influenciam positivamente os caracteres altura de plantas; número de entrenós, folhas, flores e frutos de plantas de tomateiro 'Sweet Heaven'.

Para o desdobramento doses de bioestimulante e dias após a semeadura, doses entre 2,96 e 3,08 mL de bioestimulante L<sup>-1</sup> de água aos 108 e 115 DAS, promovem incrementos na altura de plantas de tomateiro 'Sweet Heaven', bem como a dose estimada de 3,83 mL de bioestimulante L<sup>-1</sup> de água no número de flores.

Em relação a produtividade do tomateiro 'Sweet Heaven', a dose de 10,0 mL de bioestimulante L<sup>-1</sup> de água é a mais eficiente.

### 3.5 Referências Bibliográficas

ABBAS, SALWA M. The influence of biostimulants on the growth and on the biochemical composition of *Vicia faba* cv. Giza 3 beans. **Romanian Biotechnological Letters**, v. 18, n. 2, p. 8061-8068, 2013.

ABRANTES, F. L.; SÁ, M. E.; SOUZA, L. C. D.; SILVA, M. P.; SIMIDU, H. M.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; VALÉRIO FILHO, W. V.; ARRUDA, N. Uso de regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 2, p. 148-154, 2011.

ABUBAKAR, A. R.; ASHRAF, N.; ASHRAF, M. Effect of plant biostimulants on fruit cracking and quality attributes of pomegranate cv. Kandhari kabuli. **Scientific Research and Essays**, v. 8, n. 44, p. 2171-2175, 2013.

ALCÂNTARA, A. S. A. **Características agronômicas do feijoeiro em função de doses de Silício e bioestimulante**. 2015. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.

ALVARENGA, A. A.; MORAES, M. E. O.; AZEVEDO, L. L. C. **Agrometeorologia - Princípios, Funcionalidades e Instrumentos de Medição**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2015. 120p.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2. ed. rev. Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013. 455p.

BORRMANN, D. **Efeito de déficit hídrico em características químicas e bioquímicas da soja e na degradação da clorofila, com ênfase na formação de metabólitos incolores**. 2009. 125 f. Tese (Doutorado em Ciências dos alimentos) Universidade de São Paulo, São Paulo.

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J. W.. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant Soil**, v. 383, n. 1, p. 3-41, 2014.

CATO, S. C.; MACEDO, W. R.; PERES, L. E. P.; CASTRO, P. R. C. Sinergism among auxins, gibberellins and cytokinins in tomato cv. Micro-Tom. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 4, p. 549-553, 2013.

DANTAS, A. C. V. L.; QUEIROZ, J. M. O.; VIEIRA, E. L.; ALMEIDA, V. O. Effect of gibberellic acid and the biostimulant Stimulate<sup>®</sup> on the initial growth of tamarind. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n.1, p. 8-14, 2012.

INMET. Normal climatológica. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 15 de maio de 2016.

KLAHOLD, C. A.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; KLAHOLD, A.; CONTIERO, R. L.; BECKER, A. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. **Maringá**, v. 28, n.(2):179-185, 2006.

LIMA, M. M.; AZEVEDO, C. A.; BELTRÃO, N. E. D. M.; NETO, J. D.; GONÇALVES, C. B.; SANTOS, C. G. D. F. Nitrogênio e promotor de crescimento: efeitos no crescimento e desenvolvimento do algodão colorido verde1. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 624-628, 2006.

LUNELLI, N. P.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R. Efeito de bioestimulante composto de cinetina, ácido indolbutírico e ácido giberélico em epífitas, visando a restauração florestal. **Hoehnea**, v. 42, n. 2, p. 337-344, 2015.

MA, H. Changes of endogenous hormones in grapevine during its development. **Northwest Science & Technology University of Agriculture and Forestry**, v.7, p. 41, 2007.

MARIM, B.G.; SILVA, D.J.H.; GUIMARÃES, M.A.; BELFORT, G. Sistemas de tutoramento e condução do tomateiro visando produção de frutos para consumo *in natura*. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.4, p.951-955, 2005.

MOUBAYIDIN, L.; DI MAMBRO, R.; SABATINI, S. Cytokinin–auxin crosstalk. **Trends in plant science**, v. 14, n. 10, p. 557-562, 2009.

NAIKA, S.; JEUDE, J. L.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; DAM, B. **Cultura do tomate**: produção, processamento e comercialização. Wageningen: Fundação Agromisa e CTA, 2006. 104 p.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: **Métodos de pesquisa em fertilidade de solo**, Brasília: Embrapa SEA. 1991. 392p. Documentos, 3.

PRECZENHAK, A. P.; RESENDE, J. T. V.; CHAGAS, R.R.; SILVA, P. R.; SCHWARZ, K.; MORALES, R. G. F. Caracterização agronômica de genótipos de minitomate. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 348-356, 2014.

RAMOS, A. R. P.; AMARO, A. C. E.; MACEDO, A. C.; SOUZA, E. R.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. Acúmulo de carboidratos no desenvolvimento de tomateiro tratado com produtos químicos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 705-718, 2015.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>> 2014.

RÓS, A. B.; NARITA, N.; ARAÚJO, H. S. Efeito de bioestimulante no crescimento inicial e na produtividade de plantas de batata-doce. **Revista Ceres**, v. 62, n. 5, p. 469-474, 2015.

SAKATA SEED SUDAMERICA. Solanáceas: Tomate Sweet Heaven. Disponível em: <<http://www.sakata.com.br/produtos/hortalicas/solanaceas/tomate>>. Acesso em: 24 julho de 2016.

SANTNER, A.; CALDERON-VILLALOBOS, L. I. A.; ESTELLE, M. N. Plant hormones are versatile chemical regulators of plant growth. **Nature Chemical Biology**, v. 5, n. 5, p. 301-305, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013, 918 p.

TEALE, W. D.; PAPONOV, I. A.; PALME, K. Auxin in action: signalling, transport and the control of plant growth and development. **Nature Reviews Molecular Cell Biology**, v. 7, n. 11, p. 847-859, 2006.

VIEIRA, E. L.; SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SILVA, J. S. **Manual de fisiologia vegetal**. 1. ed. São Luis: EDUFMA, 2010. 230p.

WOLTERS, H.; JÜRGENS, G. Survival of the flexible: hormonal growth control and adaptation in plant development. **Nature Reviews Genetics**, v. 10, n. 5, p. 305-317, 2009.

YAMAGUCHI, S. Gibberellin metabolism and its regulation. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, n. , p. 225-251, 2008.

### 3. CAPÍTULO III - Qualidade pós-colheita de minitomates ‘Sweet Heaven’ sob doses de bioestimulante vegetal

**Resumo-** Os reguladores vegetais tem sido bastante estudados pela sua capacidade de influenciar o crescimento, desenvolvimento e qualidade dos frutos. Portanto, objetivou-se avaliar a qualidade pós-colheita de frutos de tomateiro ‘Sweet Heaven’ cultivado sob doses de bioestimulante vegetal. O experimento foi conduzido em ambiente protegido (sombrite com 50% de sombreamento), na Universidade Federal do Piauí, em Bom Jesus, PI, Brasil. Adotou-se o delineamento em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas no tempo, e três repetições. Nas parcelas foram alocadas as doses do bioestimulante (0,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 e 12,5 mL de bioestimulante L<sup>-1</sup> de água) as quais foram aplicadas em pré-colheita. E nas subparcelas os dias de armazenamento pós-colheita (0; 3; 6; 12; 18 e 24 dias) dos frutos. Avaliaram-se nos frutos os caracteres: perda de massa da matéria fresca, sólidos solúveis, potencial hidrogeniônico, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável e coloração da casca por meio dos caracteres luminosidade (L\*), CROMA e °HUE. Os dados foram submetidos à análise de variância (anova) e regressão pós-anova. Para o caractere °HUE, houve influência de dias de armazenamento ( $p < 0,05$ ), e também de doses do bioestimulante ( $p < 0,05$ ), ajustando-se ao modelo linear crescente. Enquanto que perda de massa da matéria fresca, L\*, CROMA, sólidos solúveis, potencial hidrogeniônico, acidez titulável e relação sólidos solúveis/acidez titulável foram influenciadas apenas por dias de armazenamento ( $p < 0,05$ ). Conclui-se que o aumento das doses do bioestimulante eleva os valores de °HUE em frutos de tomate ‘Sweet Heaven’ sob refrigeração, e desta forma, retarda o aparecimento da coloração vermelho intenso nos frutos. O bioestimulante não influencia a perda de massa fresca, L\*, CROMA, sólidos solúveis, potencial hidrogeniônico, acidez titulável, e a relação sólidos solúveis/acidez titulável em frutos de tomate ‘Sweet Heaven’ sob refrigeração, porém, dias de armazenamento tem influência sobre todos os caracteres.

**Palavras chave:** *Solanum lycopersicum* L., auxina, citocinina, giberelina, armazenamento refrigerado.

#### 4.1 Introdução

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é uma das olerícolas mais propagadas em todo o mundo, e seu fruto contribui para uma dieta saudável (RADZEVICIUS et al., 2009). No entanto, entre a colheita e consumo dos frutos pode durar até várias semanas, e neste período podem ocorrer alterações bioquímicas que consequentemente afetam o valor nutritivo (JAVANMARDI; KUBOTA, 2006).

Em relação ao valor nutritivo dos frutos, as cultivares de tomate podem ter diferentes níveis de resposta ao armazenamento. As cultivares de tomate podem ser divididas em cinco grupos varietais, sendo estes os grupos Santa Cruz, Caqui, Salada, Saladete e Minitomate, e entre os minitomates, o “grape” ou tomate uva, é uma das inovações recentemente introduzidas no mercado brasileiro de hortaliças (ALVARENGA, 2013). Tendo destaque entre os minitomates do grupo “grape” o ‘Sweet Heaven’, com peso médio dos frutos de 15 g, alta firmeza, ótima coloração e elevado teor de sólidos solúveis (SAKATA SEED SUDAMERICA, 2016).

A maturação dos frutos é geneticamente programado, resultando em mudanças na cor, sabor e composições químicas (JAVANMARDI; KUBOTA, 2006). Os parâmetros de qualidade pós-colheita comumente realizados em frutos são perda de massa, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, coloração e relação sólidos solúveis/acidez titulável (VIETS et al., 2012).

O tomate é muito perecível e para retardar o seu amadurecimento é necessário lançar mão de técnicas de conservação (BRACKMANN et al., 2007). De acordo com Marchese e Figueira (2005), mesmo que o uso de procedimentos durante a colheita e o processamento pós-colheita sejam adequados, o processo produtivo (pré-colheita) é fundamental para a qualidade e durabilidade do produto.

O uso na pré-colheita de reguladores vegetais, por exemplo, além de poder estimular o crescimento em plantas pode também auxiliar no crescimento e desenvolvimento dos frutos (HE et al., 2009). Sendo que a ação combinada destes reguladores pode desempenhar um papel importante na regulação da frutificação (KUMAR et al., 2014) bem como retardadores da senescência de frutos (KOHATSU et



al., 2012). Desta forma, objetivou-se avaliar a qualidade pós-colheita de frutos de tomateiro ‘Sweet Heaven’ cultivado sob doses de bioestimulante vegetal.

#### **4.2 Material e Métodos**

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Professora Cinobelina Elvas (CPCE), em Bom Jesus, Piauí, Brasil (09°05'20''S, 44°19'33''W e 284 m de altitude). Em ambiente protegido, sombrite com 50% de sombreamento, com dimensões de 8,0 x 5,0 x 2,5 m.

O município possui clima quente e úmido, classificado por Köppen como Awa (Tropical chuvoso com estação seca no inverno e temperatura média do mês mais quente maior que 22 °C). E precipitação média varia entre 900 a 1200 mm ano<sup>-1</sup> e a temperatura média é de 26,2°C (INMET, 2016).

Em dezoito de setembro de 2016, sementes de minitomate ‘Sweet Heaven’ foram semeadas a 1 cm de profundidade, em bandejas de poliestireno expandido contendo substrato comercial Tropstrato<sup>®</sup>. As plântulas foram irrigadas diariamente até os 29 dias após a semeadura (DAS), quando apresentavam 4 folhas definitivas, estas foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade de 7 dm<sup>3</sup>, e contendo 6,5 dm<sup>3</sup> de solo. As plantas foram dispostas em espaçamento de 1,0 m entre fileiras e 0,5 m entre plantas.

O solo foi coletado na camada de 0 - 20 cm de profundidade na Fazenda São João, em Currais, Piauí. Foi realizada correção da fertilidade do solo de acordo com os resultados da análise físico-química (Tabela 1).

**Tabela 1.** Caracterização físico-química do solo utilizado nos vasos de cultivo de minitomates ‘Sweet Heaven’, Bom Jesus- PI, Brasil

pH	H+Al	Al	Ca	Mg	K	SB	T	P	
				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			mg dm <sup>-3</sup>		
5,90	1,24	0,00	3,42	1,03	0,32	4,77	6,01	18,77	
Fe	Cu	Mn	Zn	V	m	M.O.	Areia	Argila	Silte
mg dm <sup>-3</sup>				%		g kg <sup>-1</sup>		%	
78,87	0,39	1,76	2,824	79,40	0,00	24,80	68,30	24,17	7,53

pH = potencial de hidrogeniônico; H + Al = Acidez potencial; Al = Alumínio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; K = Potássio, SB = Soma de Bases Trocáveis; T = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; P = Fósforo; Fe = Ferro; Cu = Cobre; Mn = Manganês; Zn = Zinco; V = Índice de Saturação de Bases e m = Índice de Saturação de Alumínio.

Um mês antes do plantio foi realizada calagem do solo para elevar a saturação por bases para 80%. Também foi realizada adubação de base e em cobertura três vezes em intervalos quinzenais (Tabela 2), conforme adaptação da recomendação de Novais et al. (1991).

**Tabela 2.** Adubação aplicada durante o cultivo de minitomates ‘Sweet Heaven’

Nutriente	Fonte de nutriente	Adubação de plantio	Adubação em cobertura
		g nutriente kg <sup>-1</sup> de solo	g nutriente kg <sup>-1</sup> de solo
N	[Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 4H <sub>2</sub> O]	0,309	0,309
	(NH <sub>4</sub> Cl)	0,143	0,143
P	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1,193	-
	(KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )	0,174	-
K	(KCl)	-	0,095
	[MgSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O]	0,250	-
B	[H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> ]	0,014	-
Cu	[CuSO <sub>4</sub> 5H <sub>2</sub> O]	0,030	-
Mo	[(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> MO <sub>7</sub> O <sub>24</sub> 4 H <sub>2</sub> O]	0,006	-
Zn	(ZnCl <sub>2</sub> )	0,005	-
Mn	(MnSO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O)	0,011	-
Fe	[Fe(NO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> 6H <sub>2</sub> O]	0,011	-

Além disso, na fase de frutificação foi realizada três adubações foliares, em intervalos de sete dias, com 20% de Ca + 4,0 % B + 2% de K<sub>2</sub>O (1 kg ha<sup>-1</sup>).

Utilizou-se o sistema de irrigação por gotejamento, com emissores on-line do tipo autocompensante com vazão nominal de 2 L h<sup>-1</sup> conectados às linhas de irrigação, tubos de polietileno de 16 mm. Os emissores continham duas saídas, onde foram acoplados os micro tubos individualizados para os vasos, com vazão nominal de 1 L h<sup>-1</sup>. Foi utilizado dois registros no início da linha principal para regular a pressão de serviço em 0,5 bar, aferida através de manômetro. Os turnos de regas foram diários, de modo a manter o solo na capacidade de vaso.

As plantas foram conduzidas em sistema de tutoramento simples com haste única, fazendo-se a desbrota das brotações laterais e aplicando-se pasta bordalesa para prevenir problemas fitossanitários. O controle de praga, larva minadora, foi realizado em única aplicação com o princípio ativo malationa (50 mL L<sup>-1</sup>) aos 41 DAS, também foi feito controle de doença fúngica com o princípio ativo hidróxido de cobre (2,5 kg ha<sup>-1</sup>) aos 115 DAS.

Adotou-se o delineamento em blocos completos ao acaso, com parcelas subdivididas no tempo, e três repetições. Nas parcelas foram alocadas as doses do bioestimulante (0,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 e 12,5 mL de bioestimulante L<sup>-1</sup> de água) as quais foram aplicadas em pré-colheita a partir dos 52 DAS, por pulverização manual, de modo uniforme e homogêneo até a superfície foliar ficar molhada. E nas subparcelas foram alocados os dias de armazenamento pós-colheita (0; 3; 6; 12; 18 e 24 dias) dos frutos. A unidade experimental foi formada por 30 g de frutos de minitomate acondicionados em bandejas transparentes de polietileno tereftalato (PET). Estas foram acomodadas em câmara fria com temperatura de 8°C e umidade relativa do ar de 75±5%.

Durante o período de armazenamento pós-colheita, avaliaram-se os seguintes caracteres físico-químicos nos frutos: Perda de massa da matéria fresca (PMF) - calculada pela diferença entre a massa inicial e a massa final em cada intervalo de tempo e os resultados expressos em porcentagem (%); Sólidos solúveis (SS) - realizada com um refratômetro manual, colocando-se uma gota do suco no prisma e fazendo-se a leitura direta em °Brix; Potencial hidrogeniônico (pH) - determinado por leitura direta

em pHmetro de bancada utilizando solução aquosa de amostras de polpa (5 g da polpa trituradas com 45 mL de água destilada); Acidez titulável (AT) - utilizando a mesma solução do pH, amostras foram tituladas com solução de NaOH (0,1 N) até atingir pH 8,1; coloração da casca - com auxílio do colorímetro Konica Minolta CM-700d foram medidas em lados opostos dos frutos as coordenadas luminosidade (L) [variação do branco (+L) ao preto (-L)],  $a^*$  [do vermelho (+a) ao verde (-a)] e  $b^*$  [do amarelo (+b) ao azul (-b)]. Por meio das coordenadas foram calculados o índice de saturação de cor cromina  $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$  e a tonalidade da cor pelo ângulo Hue [ $\arctan(b^*/a^*)$ ].

Os dados foram submetidos à análise de variância (anova) utilizando o teste F ( $p \leq 0,05$ ) e pós-anova foi realizado o ajustamento de modelos de regressão polinomial. O processamento dos dados foi realizado com o software R versão 3.2.0 (R CORE TEAM, 2014).

## **4.3 Resultados e Discussão**

### **4.3.1 Análise de Variância**

Para os caracteres perda de massa da matéria fresca (PMF), luminosidade ( $L^*$ ), tonalidade da cor ( $^{\circ}$ HUE), saturação da cor (CROMA), sólidos solúveis (SS), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT), relação SS/AT (SS/AT) foi verificado efeito significativo do fator dias. Além disso, foi verificado efeito de doses para o ângulo HUE (Tabela 3).

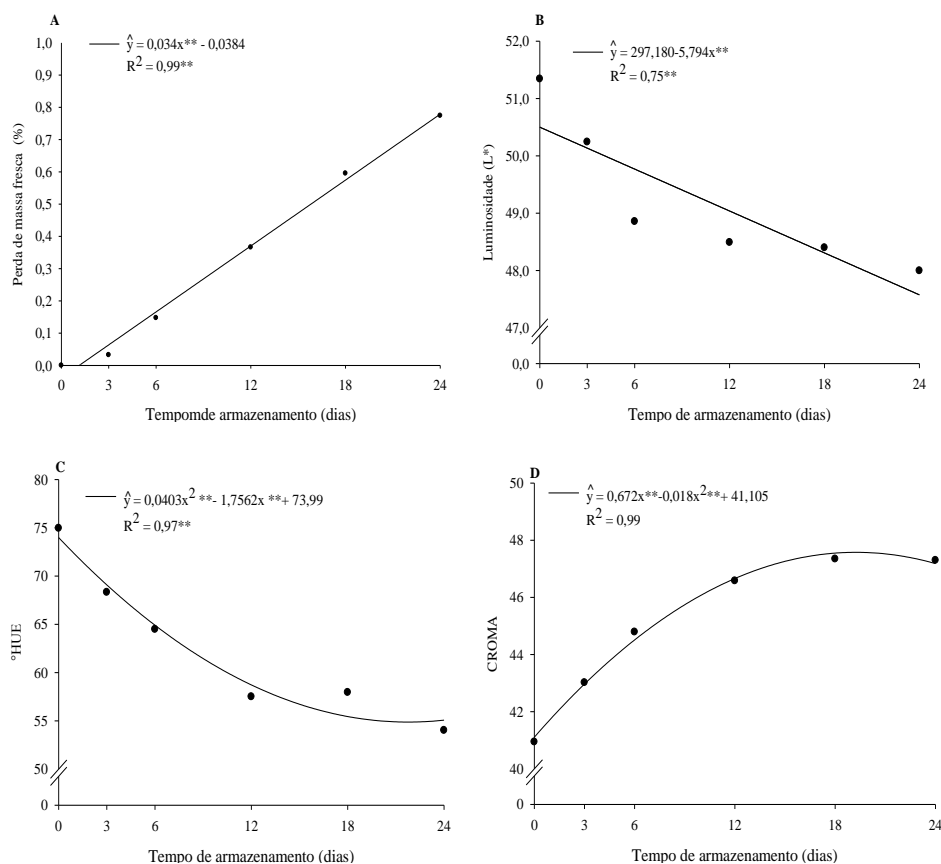
**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para perda de massa da matéria fresca (PMF), luminosidade (L\*), tonalidade da cor (°HUE), saturação da cor (CROMA), sólidos solúveis (SS), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT), relação SS/AT (SST/AT) em frutos de tomate `Sweet Heaven` após aplicação em pré-colheita de doses (D) de bioestimulante e submetido ao armazenamento refrigerado (dias (DA)), Bom Jesus- PI, Brasil, 2016

FV	GL	QM							
		PMF	L*	°HUE	CROMA	SST	pH	AT	SST/AT
Doses (D)	5	0,006 <sup>ns</sup>	18,972 <sup>ns</sup>	67,720 <sup>*</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	0,098 <sup>ns</sup>	0,009 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>ns</sup>	2,306 <sup>ns</sup>
Blocos	2	0,165 <sup>**</sup>	112,460 <sup>**</sup>	115,370 <sup>*</sup>	4,232 <sup>ns</sup>	0,820 <sup>**</sup>	0,011 <sup>ns</sup>	0,018 <sup>ns</sup>	3,842 <sup>*</sup>
Erro a	10	0,005	10,873	20,130	3,774	0,033	0,008	0,018	0,907
Dias (DA)	5	1,799 <sup>**</sup>	36,680 <sup>**</sup>	1116,340 <sup>**</sup>	121,463 <sup>**</sup>	1,301 <sup>**</sup>	0,044 <sup>**</sup>	0,020 <sup>**</sup>	6,284 <sup>**</sup>
DxDA	25	0,002 <sup>ns</sup>	3,336 <sup>ns</sup>	12,010 <sup>ns</sup>	3,217 <sup>ns</sup>	0,022 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	1,048 <sup>ns</sup>
Erro b	60	0,006	6,543	27,350	2,379	0,076	0,005	0,006	1,265
Total	107	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%) <sup>a</sup>	-	22,059	6,637	7,136	4,317	3,294	2,087	11,055	10,777
CV (%) <sup>b</sup>	-	24,085	5,149	8,318	3,428	5,032	1,660	11,944	12,727

\*\*Significativo a 1%, \*significativo a 5% e <sup>ns</sup>não significativo pelo teste F; FV- fontes de variação; GL- grau de liberdade; CV (%)<sup>a</sup> - coeficiente de variação em relação a parcela; CV (%)<sup>b</sup> - coeficiente de variação em relação a subparcela ..

#### 4.3.2 Influência do tempo de armazenamento na qualidade pós-colheita de frutos de tomate sob-refrigeração

Em relação ao tempo de armazenamento, verificou-se que os caracteres referentes a qualidade física dos frutos ajustou-se ao modelo linear crescente para perda de massa da matéria fresca e decrescente para L\* (Figuras 1A e 1B, respectivamente). Enquanto que o °HUE e CROMA ajustaram-se ao modelo quadrático (Figuras 1C e 1D, respectivamente).



**Figura 1.** Perda de massa da matéria fresca (PMF), luminosidade (L\*), tonalidade da cor (°HUE), saturação da cor (CROMA) em frutos de tomate `Sweet Heaven` após aplicação em pré-colheita de bioestimulante e submetidos ao armazenamento refrigerado, Bom Jesus- PI, Brasil, 2016.

Embora a PMF tenha aumentado ao longo dos dias de armazenamento refrigerado ( $R^2 = 0,99$ ), se percebe que as perdas não alcançaram valores de 1%, nem mesmo no 24º dia (Figura 1A). Esse resultado pode ser justificado pela baixa temperatura de armazenagem, que diminui a taxa respiratória reduzindo a PMF. Além disso, a utilização de embalagens plásticas também pode ter influenciado, pois de acordo Kluge et al. (1996) o uso de embalagens proporciona elevação da umidade relativa do ar que circunda o fruto, influenciando na diminuição da perda de água em forma de vapor para o ambiente.

A perda de massa da matéria fresca pode ter sido ocasionada pela saída da água por transpiração do fruto (RINALDI et al., 2011) e pela resistência do fruto em

relação a perda de umidade reduzir à medida que ele avança na maturidade (RAB et al., 2013). Isso pode também ser explicado pelo fato de a perda de água do fruto ser controlada pela camada de cera da superfície, que perde a sua integridade estrutural quando o fruto avança na maturação (BARGEL; NEINHUIS, 2005).

De acordo com Andrade Júnior (1999), perda de massa fresca entre 3 e 6% em tomates para mesa é considerado como uma depreciação do produto. E pode propiciar danos econômicos significativos na quantidade e qualidade a ser comercializada (AROCHA et al., 2012). Resultado favorável foi observado no trabalho, pois o 'Sweet Heaven', cultivar para mesa, exibiu valores de PMF abaixo de 1%.

Os valores de  $L^*$ , que expressam o quanto os frutos são mais claros ou escuros, tenderam a redução ao longo dos dias de armazenamento ( $R^2 = 0,75$ ) (Figura 1B). Os frutos escureceram ao longo dos dias de armazenamento, sendo a diferença entre os valores do caractere no primeiro e último dia de armazenamento de aproximadamente 3. López Camelo e Gómez (2004), associaram a redução dos valores de  $L^*$  em tomates que mudaram do estágio verde-maduro para o vermelho à diminuição da coloração verde pela degradação da clorofila, além da síntese de carotenóides.

Além disso, valores de  $^{\circ}HUE$ , que expressam a tonalidade da cor, tem os valores mais próximos de  $0^{\circ}$  correspondente a tonalidade mais vermelha, e as mais próximas de  $90^{\circ}$  a amarela. No trabalho, os valores de  $^{\circ}HUE$  tenderam a decrescer ao longo do armazenamento refrigerado ( $R^2 = 0,97$ ) (Figura 1C). Pode-se observar que no dia da montagem do experimento (dia zero) o ângulo  $^{\circ}HUE$  exibia maior valor (aproximadamente 74,0), o que significa que os frutos estavam com coloração mais próximo do amarelo. A medida que os dias de armazenamento foram aumentando os valores de  $^{\circ}HUE$  foram diminuindo (aproximadamente 55), ou seja, a coloração estava se aproximando do vermelho.

Este efeito de mudança de cor ao longo do armazenamento é esperado, pois os frutos sofrem alterações bioquímicas e físicas durante o estágio de amadurecimento, mesmo sob baixa temperatura de armazenamento.

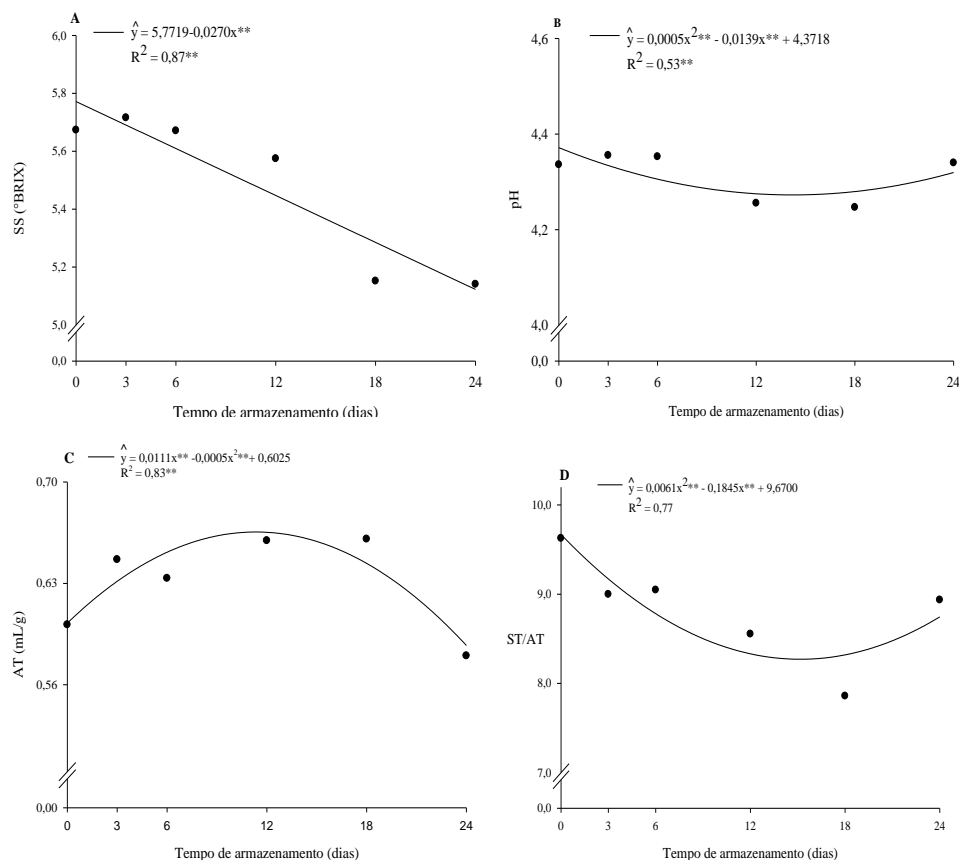
Os valores de CROMA representam a saturação da cor e durante o armazenamento houve tendência em aumentar até o 18º dia, seguido por decréscimo ( $R^2 = 0,99$ ), com valor final igual a 47,30 (Figura 1D).

De acordo com Vieites et al. (2012), quanto maiores os valores de CROMA maior indicativo que a cor é mais saturada e intensa. No presente trabalho houve saturação na cor vermelha.

Alessi et al. (2013), ao avaliarem o processo de produção do tomate seco da cultivar Sweet Grape, visando obter um alimento padronizado sensorialmente e nutricionalmente, observaram valores próximos aos encontrados neste trabalho no dia zero de armazenamento para os caracteres  $L^*$  (33,23),  $^{\circ}HUE$  (45,24) e CROMA (35,31) nos frutos *in natura*.

Em relação aos caracteres referentes a qualidade química dos frutos, verificou-se que o sólidos solúveis (SS) ajustou-se ao modelo linear decrescente (Figura 2A) e potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT) e relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) ajustaram-se ao modelo quadrático (Figuras 2B, 2C e 2D, respectivamente).





**Figura 2.** Sólidos solúveis (SS), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT), relação SS/AT (SS/AT) em frutos de tomate `Sweet Heaven` após aplicação em pré-colheita de bioestimulante e submetidos ao armazenamento refrigerado, Bom Jesus- PI, Brasil, 2016.

Os valores de SS reduziram ao longo dos dias de armazenamento refrigerado, iniciando no dia 0 com 5,8°Brix e finalizando com 5,2°Brix ao 24° dia (Figura 2A). O SS é um dos fatores de qualidade mais importante para a maioria dos frutos (MONERUZZAMAN et al., 2008). O Brix é uma medida comumente utilizada para avaliar a qualidade de tomate, sendo os maiores contribuintes para os sólidos solúveis totais a glicose, frutose e açúcares solúveis (ANTHON et al., 2010).

Segundo Mir e Beaudry (2002), os açúcares são utilizados como substrato respiratório, principalmente após a colheita. Portanto, a redução do SS nos frutos de minitomate é justificada pela necessidade de suprir a energia necessária às reações metabólicas (RINALDI et al., 2011). Associado a isto, a pequena perda de massa da matéria fresca dos frutos pode ter contribuído para que não aumentasse os valores de SS,

pois não contribuiu para uma potencial concentração dos teores de açúcares no interior dos tecidos.

O pH dos frutos variou pouco durante o experimento ( $R^2 = 0,53$ ), tendo como valor de pH máximo e mínimo iguais a 4,36 e 4,27 respectivamente (Figura 1B). Para Vieites et al. (2012), os frutos podem sintetizar ácidos orgânicos, elevando os valores de pH, sendo que seu valor decresce com os sinais de maturação e aumenta sutilmente com um grande aumento no amadurecimento.

A AT também variou pouco durante o período experimental ( $R^2 = 0,83$ ) (Figura 1C), sendo a diferença do primeiro e último dia de apenas 0,02. A diminuição da AT quando o fruto amadurece é devido à perda de ácido cítrico, este é o ácido mais abundante em tomates e também o maior contribuinte para os valores de AT (ANTHON et al., 2010). Durante a pós-colheita a redução em ácido cítrico pode ser justificada, em especial, pela sua participação nas primeiras etapas do ciclo de Krebs.

De acordo com Moneruzzaman et al. (2008), o teor de ácido é inferior em frutos imaturos e é mais alta na fase que a cor vermelha começa a aparecer, com diminuição rápida quando o fruto amadurece. Os mesmos autores verificaram em experimento com tomate que a AT foi elevada com o avanço do amadurecimento dos frutos, chegando ao maior valor no 9º dia de armazenamento e depois tendeu a diminuir.

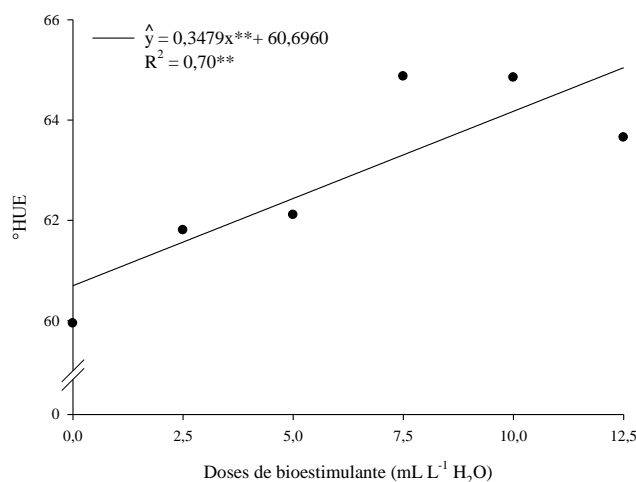
O pH baixo reduz o risco de crescimento do patógeno no tomate, sendo um fator favorável, pois pode diminuir as perdas na pós-colheita dos frutos. E a acidez ocasionada pelos ácidos orgânicos afeta o sabor, agindo sobre a percepção de doçura (FISHER et al., 1997). Por esta razão, é desejado um pH abaixo de 4,5 e o conteúdo de ácido cítrico superior a 0,35 g / 100 g de peso do fruto fresco (ARIDES et al., 2013). O trabalho exibiu resultado favorável, pois os valores de pH foram abaixo de 4,5 e da AT acima de 0,35.

A relação SS/AT tendeu a diminuir até o 18º dia de armazenamento, e a partir do qual houve aumento nos seus valores ( $R=0,77$ ) (Figura 1D). Isso pode ser justificado pela redução da AT ao 24º dia de armazenamento, tendo influência direta no aumento de 1,08 na relação SS/AT. A relação SS/AT é muito utilizada como critério subjetivo de avaliação do sabor, sendo interessante que essa relação apresente valores

elevados, já que ela indica haver mais açúcares do que ácidos (AROUCHA et al., 2012). Neste trabalho, ao 24º dia de armazenamento houve uma elevação da relação SS/AT, indicando frutos doces e, portanto, atrativos para o consumo.

### 4.3.3 Influência de doses de bioestimulante na qualidade pós-colheita de tomate

As doses do bioestimulante influenciaram os valores de °HUE, ajustando-se ao modelo linear crescente (Figura 3).



**Figura 3.** Tonalidade da cor (°HUE) em frutos de tomate 'Sweet Heaven' sob refrigeração em função das doses de bioestimulante aplicadas em pré-colheita, Bom Jesus- PI, Brasil, 2016.

É verificado que os frutos tenderam ao aumento dos valores °HUE com o aumento linear das doses de bioestimulante ( $R^2 = 0,70$ ), porém não exibiram valores acima de 66. Estes resultados indicam que o bioestimulante retardou o aparecimento da cor vermelho intenso nos frutos.

Radzevicius et al. (2009), estudando tomates de diferentes cultivares observaram que durante a maturação dos frutos os valores de °HUE para todas as

cultivares de tomateiro analisadas desenvolveram uma cor semelhante na fase madura, com ângulos médios de °HUE na maioria perto de 40 graus. Pode-se perceber que os valores de °HUE para os frutos da testemunha tem valores mais próximas a encontradas por estes mesmos autores e, a medida que aumenta-se as doses é maior a tendência dos valores serem mais distantes dos mesmos. Este resultado pode indicar que o bioestimulante tem influencia na degradação da clorofilla.

Os reguladores vegetais têm importante função no amadurecimento dos frutos, tendo sido estudados como retardadores da senescência (RAMOS et al., 2013). As citocininas atuam sobre os frutos retardando o início da senescência, através da redução da degradação da clorofila e da taxa respiratória (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Um atraso na degradação da clorofila também é proporcionado pelo ácido giberélico (KHUDAIRI, 1972), e pode reduzir a síntese de hidrolases que são enzimas responsáveis pelos processos de degradação de tecidos nos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Desta maneira, a aplicação exógena de giberelina pode permitir retardar o aparecimento da coloração vermelha em frutos (TAIZ; ZEIGER, 2013). O tomate é classificado como um fruto climatérico. Estes frutos iniciam o seu amadurecimento com a elevação na taxa respiratória, o que resulta numa série de transformações físico-químicas que alteram as suas qualidades sensoriais (KLUGE et al., 1996). Desta forma, a importância em retardar a senescência e amadurecimento dos frutos consiste em proporcionar textura mais firme dos frutos, conferindo-lhes maior resistência aos danos de natureza fisiológica, mecânica e microbiana, elevando assim seu tempo de vida (RAMOS et al., 2013).

Para López Camelo e Gómez (2004), geralmente os tomates são consumidos na sua máxima qualidade organoléptica, que seria quando eles atingem a coloração vermelha, sendo a cor dos frutos uma das características mais importantes para avaliar a maturação e vida pós-colheita. Segundo estes autores, a cor vermelha é o resultado da degradação da clorofila e síntese de licopeno.

Desta forma, percebe-se que o bioestimulante pode retardar o aparecimento da cor vermelha pura nos frutos. E isto pode ser um entrave na sua comercialização, visto que os consumidores preferem comprar frutos com coloração vermelho intenso. No entanto, se os frutos precisarem ser transportados para longas distâncias para serem

comercializados, o uso do bioestimulante pode ser um fator favorável, pois o fato de retardar a senescência pode favorecer a chegada dos mesmos até o consumidor com uma coloração ainda atrativa.

#### 4.4 Conclusões

O aumento das doses do bioestimulante eleva os valores de °HUE em frutos de tomate ‘Sweet Heaven’ sob refrigeração, e desta forma, retarda o aparecimento da coloração vermelho intenso nos frutos.

O bioestimulante não influencia a perda de massa fresca, L\*, CROMA, sólidos solúveis, potencial hidrogeniônico, acidez titulável, e a relação sólidos solúveis/acidez titulável em frutos de tomate ‘Sweet Heaven’ sob refrigeração, porém, dias de armazenamento tem influência sobre os caracteres.

#### 4.5 Referências Bibliográficas

ALVARENGA, A. A.; MORAES, M. E. O.; AZEVEDO, L. L. C. **Agrometeorologia** - Princípios, funcionalidades e instrumentos de medição. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2015. 120p .

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia. 2. ed. rev. Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013. 455p.

ANDRADE JÚNIOR, V. C. **Avaliação do potencial produtivo e da firmeza pós-colheita de frutos em híbridos de tomateiro**. 1999. 52 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas), Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ANTHON, G. E.; LESTRANGE, M.; BARRETT, D. M. Changes in pH, acids, sugars and other quality parameters during extended vine holding of ripe

processing tomatoes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, n. 7, p. 1175-1181, 2011.

AOUN, A. B.; LECHIHEB, B.; BENYAHYA, L.; FERCHICHI, A. Evaluation of fruit quality traits of traditional varieties of tomato (*Solanum lycopersicum*) grown in Tunisia. **African Journal of Food Science**, v. 7, n. 10, p. 350-354, 2013.

AROUCHA, E. M. M.; SOUZA, C. S. M. D.; SOUZA, A. E. D. D.; FERREIRA, R. M. D. A.; AROUCHA FILHO, J. C. Postharvest quality of ambarella at different stages of maturation in cold storage. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 391-399. 2012.

BARGEL, H.; NEINHUIS, C. Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit growth and ripening as related to the biomechanical properties of fruit skin and isolated cuticle. **Journal of Experimental Botany**, v. 56, n. 413, p. 1049-1060, 2005.

BRACKMANN, A.; STEFFENS, C. A.; ANDRIOLO, J. L.; PINTO, J. A. V. Storage of tomato cultivar Cronus as a function of ripening stage and temperature. **Ciência Rural**, v. 37, n. 5, p. 1295-1300, 2007.

CHITARRA, M. I. B.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

FISCHER, K. W.; AYOUB, C.; SINGH, I.; NOAM, G.; MARAGANORE, A.; RAYA, P. Psychopathology as adaptive development along distinctive pathways. **Development and psychopathology**, v. 9, n. 4, p. 749-779, 1997.

HE, J.; YU, S.; MA, C. Effects of plant growth regulator on endogenous hormone levels during the period of the Red Globe growth. **Journal of Agricultural Science**, v. 1, n. 1, 92, 2009.

INMET. **Normal climatológica**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?=<=clima/normaisClimatologicas>>>. Acesso em: 15 de maio de 2016.

JAVANMARDI, J.; KUBOTA, C. Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage.

**Postharvest Biology and Technology**, v. 41, n. 2, p. 151–155, 2006.

KHUDAIRI, A. K. The Ripening of Tomatoes: A molecular ecological approach to the physiology of fruit ripening. **American Scientist**, v. 60, n. 6, p. 696-707, 1972.

KLUGE, R. A.; RODRIGUES, D.; KALIL, G. P. C.; LUSSO, R.; LUCAS, M.; MINAMI, K. Influência do estágio de maturação e da cobertura com polietileno na conservação de tomates refrigerados. **Scientia Agricola**, v. 53, n. 1, p. 6-13, 1996.

KOHATSU, D. S.; ONO, E. O.; EVANGELISTA, R. M.; KLEIN, J. Efeito de reguladores vegetais na qualidade de frutos de melão rendilhado. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 1, n. 2, p. 48-57, 2012.

KUMAR, R.; KHURANA, A.; SHARMA, A. K. Role of plant hormones and their interplay in development and ripening of fleshy fruits. **Journal of Experimental Botany**, v. 65, n. 16, p. 4561-4575, 2014.

LÓPEZ CAMELO, A. F.; GÓMEZ, P. A. Comparison of color indexes for tomato ripening. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 3, p. 534-537, 2004.

MARCHESE, J. A.; FIGUEIRA, G. M. O uso de tecnologias pré e pós-colheita e boas práticas agrícolas na produção de plantas medicinais e aromáticas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 7, n. 3, p. 86-96, 2005.

MIR, N.; BEAUDRY, R. Atmosphere control using oxygen and carbon dioxide. KNEE, M. Fruit quality and its biological basis. Columbus: Sheffield Academic, p. 122-149, 2002.

MONERUZZAMAN, K. M.; HOSSAIN, A. B. M. S.; SANI, W.; SAIFUDDIN, M. Effect of stages of maturity and ripening conditions on the biochemical characteristics of tomato. **American Journal of Biochemistry and Biotechnology**, v. 4, n. 4, p. 329-335, 2008.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaios em ambiente controlado. In: Métodos de pesquisa em fertilidade de solo, Brasília: Embrapa SEA. 1991. 392p. Documentos, 3.

RAMOS, A. R. P.; AMARO, A. C. E.; MACEDO, A. C.; DE ASSIS SUGAWARA, G. S.; EVANGELISTA, R. M. RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. Qualidade de frutos de tomate 'Giuliana' tratados com produtos de efeitos fisiológicos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3543-3552, 2013.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>> 2014.

RAB, A.; REHMAN, H.; HAQ, I.; SAJID, M.; NAWAB, K.; ALI, K. Harvest stages and pre-cooling influence the quality and storage life of tomato fruit. **Journal of Animal and Plant Sciences**, 23(5), 1347-1352, 2013.

RADZEVIČIUS, A., KARKLELIENE, R., VIŠKELIS, P., BOBINAS, C., BOBINAITE, R., SAKALAIUSKIENE, S., METSPALU, L., Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit quality and physiological parameters at different ripening stages of Lithuanian cultivars. **Agronomy Research**, v. 7, n. 2, p. 712-718, 2009.

RINALDI, M. M.; SANDRI, D.; OLIVEIRA, B. N.; SALES, R. N.; AMARAL, R. D. A.; Avaliação da vida útil e de embalagens para tomate de mesa em diferentes condições de armazenamento. **Boletim CEPPA**, v. 29, n. 2, p. 305-316, 2011.

SAKATA SEED SUDAMERICA. Solanáceas: Tomate Sweet Heaven. Disponível em: <<http://www.sakata.com.br/produtos/hortalicas/solanaceas/tomate>>. Acesso em: 24 julho de 2016.

TAIZ L, ZEIGER E., 2013. Fisiologia vegetal. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 918 p.

VIEITES, R.L., DAIUTO, É.R., FUMES, J.G.F., 2012. Capacidade antioxidante e qualidade pós-colheita de abacate 'Fuerte'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34(2): 336-348.



#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O bioestimulante, composto por reguladores vegetais, proporciona maior altura, número de flores e produtividade em plantas de tomateiro 'Sweet Heaven'. Além disso, doses crescentes do bioestimulante elevam os valores de °HUE em frutos de tomates sob refrigeração, retardando a degradação de clorofila dos frutos. Porém, o bioestimulante não influencia diâmetro do caule, índice de clorofila e número de inflorescências no tomateiro. E nos frutos não influencia a perda de massa fresca, L\*, CROMA, sólidos solúveis, potencial hidrogeniônico, acidez titulável, e a relação sólidos solúveis/acidez titulável, no entanto, dias de armazenamento tem influencia sobre os mesmos. Tornando-se importante mais estudos desta natureza.